C PSL01E164

No. 17 D.Y.F.I.

విజ్ఞానం విశేషాలు

సర్ సి.వి. రామన్

1 కారుసాల (ఖాదాసులు
PSL 07 5164

విజ్ఞానం విశేషాలు

NO: 17

No. 17

సి. వి. రామన్

అనువాదం :

విస్సా అప్పారావు

పాపులర్ ప్రకాశనం పార్టు
గ్రూపు సంస్థలచే బహూకరింపబడినది

నేషనల్ బుక్ ట్రస్టు, ఇండియా వారి తరఫున ప్రచురితము

విశాలాంధ్ర పబ్లిషింగ్ హౌస్
చంద్రం బిల్డింగ్స్, విజయవాడ-520004

ప్రచురణ సంఖ్య : 899

ప్రతుల సంఖ్య : 10,000

ప్రథమ ముద్రణ : డిశంబరు, 1961

ద్వితీయ ముద్రణ : జూన్, 1972

తృతీయ ముద్రణ : జూలై, 1976

చతుర్థ ముద్రణ : అక్టోబర్, 1981

By kind permission of the author and All India Radio and under the auspices of National Book Trust, India, New Delhi.

వెల : రు. 6-00

Published on behalf of National Book Trust, India, New Delhi

BY

Visalaandhra Vignana Samithi, Vijayawada-520 004

AND

Printed at Swatantra Art Printers, Vijayawada-520 004

విషయ సూచిక

1. నవ్య భౌతిక విజ్ఞానం 9
2. భౌతికశాస్త్ర విశేషాలు 14
3. నత్త గుల్లలు 18
4. ప్రకృతిలో రూపురేఖలు 23
5. ప్రకృతిలో వెలుతురు, రంగులు 28
6. కాంతి – రంగు – వాటి విచిత్రాలు 32
7. కాంతి – రంగు – శాస్త్రము – పరిశ్రమ 38
8. పల్లెటి పట్టులు – భౌతిక విజ్ఞానం – మన్ను 44
9. పల్లెటి పట్టులు – భౌతిక విజ్ఞానము – నీరు 50
10. పల్లెటి పట్టు – భౌతిక విజ్ఞానము – వాతావరణ స్థితి 56
11. గాజు అమృత గాథ 62
12. వాతావరణంలో విద్యుచ్ఛక్తి 67
13. నవ్య భౌతిక విజ్ఞాన విశేషాలు – స్ఫటిక నిర్మాణం 73
14. నవ్య భౌతిక విజ్ఞానం – ఘన స్థితి 78
15. నవ్య భౌతిక విజ్ఞాన విశేషాలు – విశ్వ కిరణములు 84
16. నక్షత్ర జగత్తు 90
17. నక్షత్ర జగత్తు 97
18. భవిష్యత్తులో భౌతిక విజ్ఞానం 103
19. శాస్త్ర దృష్టి 107

విజయవాడ - 520 003.

ఉపోద్ఘాతము

భారతదేశ చరిత్రలో గవర్నర్ జనరల్ పదవిని అలంకరించిన తొలి భారతీయుడు దాక్షిణాత్య బ్రాహ్మణుడు. ఈయనే కాదు, మదరాసు ఇంటర్మీడియేట్ పరీక్షలలో ప్రథమ ప్రయత్నంలో కృతార్థత పొందలేక పోయినను, ఏ విశ్వవిద్యాలయములోనూ పట్టము పుచ్చుకొనుటకు పూర్వమే లండన్‌లోని రాయల్ సొసైటీ సభ్యుడుగా ఎన్నుకొనబడిన మొదటి భారతీయుడు, గణిత శాస్త్రమునందఖండ ప్రతిభాశాలి రామానుజముకూడా దక్షిణాత్య బ్రాహ్మణుడే. అట్టివాడే ఆచార్య చంద్రశేఖర వెంకటరామన్ కూడ. భౌతిక విజ్ఞానమందు నోబెల్ బహుమానమును పొందిన మొదటి భారతీయుడు, మొదటి ఆసియాఖండ వాసియు నీతడే. మహాకవి ఠాకూర్ 1913 లోను, వైజ్ఞానికుడు రామన్ 1930 లోను 'సూయజ్‌కు తూర్పున' నున్న భూభాగమునకు నోబెల్ బహుమానమును తెచ్చియున్నారు. సాహిత్య విషయమున ముఖ్యముగా గీతాంజలికర్తగా ఠాకూరున్నూ, "రామన్ ఇఫెక్ట్" అను ప్రపంచ విఖ్యాతమైన నూతన శాస్త్ర విషయమును కనుగొన్నందుకు రామన్‌నున్నూ ఈ బహుమానమునుపొందిరి. కలకాలమును ప్రశంసాపాత్రములుగా నిలువగల పద్య రచనలవల్లను, నూతన భావములను, తత్వములను వెల్లడించుటవల్లను, భారతావని యొక్క ఆత్మ స్వరూపమును ప్రదర్శించినందువల్లను, మీను మిక్కిలి సాహిత్య రచనల కెంత మాత్రము తీసిపోని కళాసృష్టి గావించుటవల్లను, శాశ్వత ప్రపంచ శాంతిని కాంక్షించి లోక విఖ్యాతిని బడసి నవ్య భారతావనియందు వెలసిన ఋషి తుల్యుడు మహాకవి ఠాకూరు. భారతదేశం గురించి ఏ కొంచెమైనను తెలిసిన వారికి ఇచ్చట ఠాకూర్, గాంధీజీల వంటి మహాపురుష లవతరణము ఆశ్చర్య జనకమై యుండదు. అయితే భారతదేశమందొక గొప్ప భౌతిక విజ్ఞానశాస్త్రవేత్త ఉద్భవించగలడని భావించిన వారి సంఖ్య మాత్రము అతి స్వల్పమే. శాస్త్రజ్ఞుల కందరికిని, అందునను భౌతిక శాస్త్రజ్ఞులకే గాక, రసాయన శాస్త్రజ్ఞులకు సైతము ఎంతయో ప్రయోజనకారియై అత్యంత ఆసక్తికరమైనది ఈ 'రామన్ ఇఫెక్ట్'. 1928 లో తొలిసారిగా వెల్లడి

ఆయిన పదేండ్లకే. అనగా 1938 నాటికే 'రామన్ ఇఫెక్ట్' ప్రభావాన్ని గురించిన పరిశోధనా పత్రములు వేయింటికి పైన ప్రచురించబడినవి. పిమ్మట 1948 లో ఫ్రాన్సు దేశమందలి బోర్డోలో జరిగిన ప్రపంచ మహాసభలో 'రామన్ ఇఫెక్ట్' యొక్క ఇరువదవ జయంత్యుత్సవములు జరిగినవి. నేడు పరారుణ వర్ణమాల (Infrared Raycs) ఎక్స్ కిరణములు, ఎలెక్ట్రాన్ డై ఫ్రెక్షన్ మొదలగు వానివలెనే ఈ రామన్ ఇఫెక్టె కూడ వివిధ ద్రవ్యములలోని అణువుల రచనా రహస్యమును తెలుసుకొనుటకు మిక్కిలి తోడ్పడినది. స్ఫటికములను గురించి, అందునా ముఖ్యముగా స్ఫటిక రాజమైన వజ్రమును గురించి, బెంగుళూరులో తానూ, తన సహచరులూ సాగించిన పరిశోధనల ఫలితములపై యెన్నో వైజ్ఞానిక పత్రములను శ్రీ రామన్ ప్రచురించి యున్నారు.

శ్రీ రామన్ విద్యార్థి దశ మిక్కిలి ప్రతిభావంతమైనది. పదార్థ విజ్ఞాన శాస్త్రం అభిమాన విషయముగా గ్రహించి చిన్నవయస్సుననే ఎమ్. ఏ. పరీక్షలో మొదటి తరగతిలో ఉత్తీర్ణుడై, వెనువెంటనే ఇండియన్ ఫైనాన్స్ సర్వీసులో ఉన్నతోద్యోగమును స్వీకరించెను. అయితే కలకత్తా విశ్వవిద్యాలయ మందు భౌతిక విజ్ఞాన శాఖలో "పాలిట్" ఆచార్య పదవిని స్వీకరించుటకై ఆయన దానిని ఇట్టే వదలివేసెను. ఆ పైన రాయల్ సొసైటీ సభ్యత్వమూ నోబెల్ బహుమానమూ, హగెన్ పతకమూ, అమెరికా సంయుక్త రాష్ట్రములలో, వైజ్ఞానికులకు లభించగల అత్యుత్తమ పురస్కారములలో అగ్రగణ్యమైన ఫ్రాంక్లిన్ పతకమూ వగైరా బహుమాన పరంపర రామన్‌కు లభించినది.

రామన్ ప్రజ్ఞాధికుడగు పరిశోధకుడును, ఆరితేరిన ఆచార్యుడునే కాక వశ్య వాక్కుగల గొప్ప వక్త కూడ. భారతీయ శాస్త్రజ్ఞులలో ఆయన అద్వితీయుడు. 1947 లో ఢిల్లీలో జరిగిన ఇండియన్ సైన్స్ కాంగ్రెస్ సమావేశములో స్ఫటికములపై జరుగుచున్న పరిశోధనలను పరిచయ పరచుచు ఇచ్చిన మహోపన్యాసము విజ్ఞాన విశేషములతో కూడిన ఒక అపూర్వ శిల్ప కళాఖండమే.'

మదరాసులో ఆలిండియా రేడియో వారి యాజమాన్యాన ఆచార్య రామన్‌చే ప్రసారము చేయబడిన ప్రసంగముల సంపుటి ఇది. రేడియో నిబంధనల ననుసరించి వ్రాసుకొనివచ్చి చదివిన ఈ ప్రసంగ పరంపరలో సహజ ప్రతిభా ప్రసూతమైన ఆయన ఆశుకవితా ధోరణికి ఎక్కువ అవకాశము లేకపోయినది. అయిన నేమి! అందువల్లనే ఇవి విపుల పరిశోధనా ఫలితమైన అమూల్య విజ్ఞాన

కను లగుచున్నవి. సామాన్యులకు సైతము సులభముగా బోధపడునట్లు, విజ్ఞాన విషయముల నందజేయవలయు నను భావము వివిధ దేశములలో జిజ్ఞాసువులై విజ్ఞాన శాస్త్రజ్ఞులలో రాను రాను ప్రబలుచున్నది. ఇంగ్లాండులో ఫారడే, హక్స్లే, సర్ విలియమ్ బ్రాగ్ మొదలైనవారు ఇది వరకే ఈ విషయములో మార్గదర్శకం కాగల గొప్ప కృషిని సాగించి యున్నారు. అమెరికా సంయుక్త రాష్ట్రములలో కూడ ఇట్టి సుబోధకమగు శాస్త్ర సాహిత్యము ఎంతో వెలసియున్నది. మన దేశం నందు సైతము ఇట్టి నూతన విజ్ఞాన సాహిత్య రచనా కృషికి రామన్ ప్రసంగ పరంపరయే నాందియని చెప్పనొప్పును.

భౌతిక విజ్ఞానశాస్త్ర మభ్యసించు విద్యార్థులకును, అధ్యాపకులకు మాత్రమే కాక శాస్త్ర జిజ్ఞాసువు లందరికి కూడా ఈ ప్రసంగములు అవశ్యము పఠనయోగ్యములు. ఇది వివిధ విషయములు ఏర్చి కూర్చిన సంపుటి. ప్రస్తుతః దురవగాహము లైన వైజ్ఞానిక విషయము లెన్నింటినో సుబోధకముగా వివరించుటకు సర్ సి. వి రామన్ గారికి ఇట్టివి అనేక అవకాశములు ముమ్ముందు ఇనుమిక్కిలిగా లభించునుగాక.

బొంబాయి
జూన్, 1948

కాంతిలాల్ సి. పాండ్య

1. నవ్య భౌతిక విజ్ఞానము

ఈ రాత్రి నా యీ ప్రసంగాన్ని వినే శ్రోతలలో ఐర్లాండు దేశస్థులెవరైనా ఉంటే "అయ్యా నవ్య భౌతిక విజ్ఞానశాస్త్రం అవతరించి ఎన్నాళ్ళయ్యింది?" అని అడగవచ్చు. వారికి నా జవాబు : "ఇది పుట్టి అప్పుడే నలభై మూడేళ్ళయింది. నాటినుండి నేటివరకు సర్వతోముఖంగా వర్థిల్లుతూనే ఉంది" అని. పుట్టీపుట్టగానే ఈ బిడ్డ వాణి ప్రపంచమంతా వినిపించింది. రాన్జన్ అనే జర్మనీ దేశపు భౌతిక విజ్ఞాని అద్భుత గుణములు కల ఒక నూతన కిరణ ప్రసారాన్ని కనుగొనినాడన్న సంగతి ప్రచురించబడగానే ప్రపంచమంతటా ఒక పెద్ద సంచలనం కలిగింది. వీటినే మనం ఈనాడు రాన్జన్ కిరణములు లేక ఎక్స్ కిరణములు అంటున్నాము. ప్రయోగరీత్యా కనిపెట్టిన ఈ విషయము ఎన్నెన్నో మహత్తర పరిణామములకు మూలమయినది. ధైర్యముతోను, ఓపికతోను పరిశోధనలను చేసినచో పందొమ్మిదవ శతాబ్దపు భౌతిక విజ్ఞానులు కలలోనైనా భావించి ఎరుగని ప్రకృతి రహస్యాలను దీని మూలంగా తప్పక కనిపెట్టగలమనే దృఢ విశ్వాసాన్ని నాటి శాస్త్రజ్ఞులకు కలిగించింది. నిజానికి రాన్జన్ కిరణాల ఆవిష్కారమే నవ్య భౌతిక విజ్ఞానానికి నాంది. నాటినుండి నవ్యోత్సాహముతో నూత్న వినూత్న పరిశోధనలు ఎన్నో జరిగాయి. ఇంకా జరుగుతున్నాయి. ఫలితముగా ప్రయోజనములోను, ప్రాముఖ్యములోను రాన్జన్ అద్భుత పరిశోధనలను సైతము మించిన విశేషము లెన్నియో తెలిశాయి. గడచిన ఏభయి సంవత్సరాలలోను నవ్య భౌతిక విజ్ఞానం మహా ప్రవాహ సదృశంగా పురోగమిస్తోంది. పర్యవసానంగా అనేక కొత్త విషయాలను వైజ్ఞానికులు కనుగొంటూ ఉండడం, ఈనాటి వారికి పరిపాటియిపోయింది. అందువల్ల దానిని కనిపెట్టినవారికి తప్ప ఇతరు లెవ్వరికిన్ని — ముఖ్యంగా విజ్ఞానులకు ఆ సంగతి పూర్వంలోవలె వింతగానూ, విడ్డూరంగానూ కనిపించడంలేదు. అయితే ఈనాడు నవ్యభౌతిక విజ్ఞానశాస్త్ర నిర్మాతలైనవారి

పేర్లూ, వారి పరిశోధనల ఫలితాలు భౌతికశాస్త్ర విద్యార్థులందరికీ పరిచయమే. వీరందరూ తమ తమ దేశస్థులని ఆయా దేశాలవారు సగర్వంగా చెప్పుకుంటూ ఉంటారు. కాని నిజానికి వారు ఏ ఒక్క దేశానికీ చెందినవారు కారు. వారు విశ్వ పౌరులు. అంటునా అంతర్జాతీయ వైజ్ఞానిక వ్యవస్థకు చెందినవారు. అయితే వారందరిని గురించి కాక తమ అమోఘ పరిశోధనలచే మార్గదర్శకులైన ఇరువురు మహనీయులను గురించి మాత్రమే పేర్కొనదలచాను. కీర్తిశేషులైన లార్డ్ రూదర్‌ఫర్డ్, మదామ్ క్యూరీ వంటి వైజ్ఞానిక శ్రేష్ఠులతో కలిగిన వ్యక్తిగత పరిచయ స్మృతులే నా వంటి వైజ్ఞానికులకు నిత్యోత్తేజకములైన అమూల్య నిక్షేపము. నవ్య భౌతిక విజ్ఞానశాస్త్రం యొక్క అభివృద్ధికి వారు చేసిన దోహదం మిక్కిలి ప్రశంసనీయమైనది. సమకాలీన వైజ్ఞానికులపై వైజ్ఞానిక కృషిపై వారి ప్రభావం ఇంతింతని చెప్పజాలనంతటిది.

కేవలం ప్రయోగశాలలో జరిపిన పరిశోధనాఫలితములమీదనే నవ్య భౌతిక విజ్ఞానశాస్త్ర నిర్మాణం ఆధారపడినదన్న భావాన్ని కలిగించడం నా అభిమతం కాదు. వాస్తవ పరిస్థితి ఇందుకు కేవలం భిన్నమైంది. నవ్యభౌతిక విజ్ఞానం యీనాడు ఇంతగా వర్ధిల్లిందంటే అందుకు కారణం ప్రతిభావంతులూ, ప్రకృతి తత్వ జ్ఞాతలూ అయిన శాస్త్రజ్ఞులు దూరదృష్టితో ప్రతిపాదించిన నవీన సిద్ధాంతములే. అవే నవ్యభౌతిక విజ్ఞానశాస్త్రపు అద్భుత పురోగతికి ప్రాతిపదికలు. ఐన్‌స్టయిన్‌ను గురించి నవ్యభౌతిక విజ్ఞానానికి ప్రధాన ప్రాతిపదికగా ఆయన వివరించిన సాపేక్ష వాదాన్ని గురించి వినని వారుండరు. అయితే ఆచార్య నీల్స్‌బోర్‌ను గురించి చాలా మందికి తెలియకపోవచ్చు. ఆయన డెన్మార్క్ దేశస్థుడు. కోపెన్ హాగెన్‌లో ఉండేవాడు, (ఈయన రూప చిత్రాన్ని మా మేడలో మెట్లకు పైన లార్డ్ రూదర్ ఫర్డు చిత్రానికి ఎదురుగా తగిలించాము.) ఈ డెన్మార్క్ ఐరోపా ఖండంలోని దేశాలన్నింటిలోకి చిన్నది. నేటి నవ్యభౌతిక విజ్ఞానులందరిలోకి ఈయనే అగ్రగణ్యుడని అస్మదాదుల అభిప్రాయం. పరమాణువుల నిర్మాణమును గురించి ఆయన ప్రతిపాదించిన సిద్ధాంతాలు అనేకమంది పరిశోధకులను ఉత్తేజపరచి, ప్రయోగాత్మకమైన పరిశోధనలు సాగించడానికి ప్రేరేపించాయి. నిజానికి మానవ మేధస్సు సాధించగల ఘన విజయాలకు తిరుగులేని నిదర్శనాలు. పరమాణు విచ్ఛేదనంవల్ల తత్వాంతరీకరణంవల్ల వెల్లడైన వైజ్ఞానిక విశేషాలతోబాటు, నేటికీ అపరిష్కృతాలుగా ఉన్న గడ్డు సమస్యలకు ప్రయోగాత్మకమైన పరిష్కార

మార్గాలను సూచించ సమర్థుడైన మేధావి ఈయన. ఇంతకీ నవ్య భౌతిక విజ్ఞానం సాధించిన దేమిటి? ఇది తెలుసుకోవాలంటే అర్థ శతాబ్దం క్రిందట నాడు నేచదువు కున్న మదరాసులో కళాశాలలో బోధించిన భౌతిక విజ్ఞానశాస్త్రాన్ని, నేడు బోధించబడుతున్న భౌతిక విజ్ఞానశాస్త్ర విశేషాలను పోల్చి చూడడం అవసరం. వేడి, వెలుతురు, ధ్వని, విద్యుదయస్కాంత శక్తులు వగైరా ద్రవ్య లక్షణాలను గురించి నాటి భౌతిక శాస్త్రం ఎంతో విపులంగా వివరించింది. అయితే అణువులను గురించి, పరమాణువులను గురించి, వాటి రచనా రహస్యాలను గురించీ, వివరించడంలో ఏ కించిన్మాత్రంగానో తప్ప పూర్తిగా విఫలమైందనే చెప్పవలసి ఉంది. నాటి భౌతిక విజ్ఞానపు ప్రాతిపదికలు, అవధులు బహు పరిమితమైనవి కావడమే దీనికి కారణం. ఏ రూపంలో వున్నా ద్రవ్యమంతా అణువులు, పరమాణువుల సమూహంవల్లనే ఏర్పడినదని చెప్పి, వాటి స్వరూప స్వభావములను వివరించే సిద్ధాంతములను కనుగొనిన తరువాతనే అసలు ప్రాతిపదికలు ఏర్పడ్డాయి. ఆ మీదనే ద్రవ్యం యొక్క భౌతిక లక్షణాలను గురించి ప్రయోగాత్మకంగా విపుల పరిశీలనలకు వీలు కలిగింది. ఈ ప్రకారంగా పూర్వ భౌతిక విజ్ఞానం వివిధ శాఖలలో గణనీయమయిన అభివృద్ధి సాధించబడింది. పైగా ప్రాచీన భౌతిక విజ్ఞానులు అదివరకు ఎన్నడూ ఊహించి యుండని నూతన, వినూతన, విశిష్ట లక్షణములతో కూడిన ఒక నవ ప్రపంచం నవ్య భౌతిక విజ్ఞానులకు లభించింది.

ఇంతటితో తృప్తి పొందక ఈ నవ్య భౌతిక విజ్ఞానం రసాయన శాస్త్ర రంగంలో ప్రవేశించి అణు రచనల ద్వారా పరమాణు ప్రక్రియకు క్రొత్త భాష్యం చెప్పింది. అయితే ఈ పని కేవలం అనవసరమని భావించడానికి లేదు. రసాయినిక సమ్మేళనం జరిగినప్పుడు అందుకు కావలసిన, లేదా ఆ సందర్భంలో విడుదల అయ్యే శక్తి పరిమాణం సందర్భాను సారంగా మారుతూ వుంటుందన్నది ఒక ముఖ్యమైన రాసాయినిక శాస్త్ర విశేషం. కాని రసాయినిక మార్పుల నిజతత్త్వమును భౌతిక విజ్ఞాన శాస్త్ర సిద్ధాంతములవల్ల మాత్రమే తెలుసుకో గలుగుతాము. ఇదే రాసాయినిక భౌతిక విజ్ఞానం రూపొందింది. ఈ నూతన విజ్ఞానము అమోఘంగా, ఊహాతీతంగా అభివృద్ధి చెందింది. నిజానికి అచిర కాలంలోనే విశుద్ధ రసాయన సిద్ధాంత విజ్ఞానం కూడా గణిత శాస్త్రంలో ఒక అంతర్భాగంగా పరిగణింపబడగలదని ఆశించవచ్చు.

అపూర్వమైన ఈ విజయ పరంపరకు ఆధారమేమిటి? ఇందుకు కారణం అణు భౌతిక విజ్ఞాన రంగంలో న్యూటన్ చలన సిద్ధాంతములను వదలి వానిస్థానే పరమాణు చలనానికి సంబంధించిన కొత్త సూత్రాలను చేపట్టటమే. నవ్యభౌతిక విజ్ఞానానికి సంబంధించిన వివిధ సిద్ధాంతాలను గురించి విపులంగా వివరించాలంటే చాలా చెప్పాలి. కనుక భౌతిక లక్షణాలకు సంబంధించినంత వరకు వెనుకటి దృక్పథాన్ని, తత్సంబంధమైన వివరణలనూ ఇవి పూర్తిగా తారుమారు చేశాయని చెబితే ప్రస్తుతానికి చాలు. ఈ నూతన సిద్ధాంతాలను పూర్తిగా అవగాహన చేసుకొనడానికి తగిన అవకాశం ఈనాటి వారి కింకా లభించలేదు. ఐతే విభిన్నములైన వివిధ సమస్యలను జయప్రదంగా పరిష్కరించ గలగడంలో నవ్య భౌతిక విజ్ఞాన వికాసం సార్థకమైంది. భావి తరాల వారికి ఇట్టి నూతన వైజ్ఞానిక దృక్పథం పూర్తిగా పరిపాటి కాగలదు. కృత్రిమమైన తత్వాంతరీకరణ పద్ధతుల ద్వారా మూల ద్రవ్యాలను కొత్త కొత్త రసాయనిక మూల ద్రవ్యాలుగా మార్చగలగడం నవ్య భౌతిక విజ్ఞానం సాధించిన ఘన విజయాలలో ఒకటి. దానిని గురించి ఇక్కడ స్థూలంగా నయినా ప్రస్తావించవలసి వుంది. లార్డ్ రూథర్‌ఫర్డ్ రచనలలో చిట్టచివరది "న్యూయర్ ఆల్‌కెమీ" అనే చిన్న గ్రంథం. అందులో ఈ నవ్యాతి నవ్య భౌతిక విజ్ఞాన విశేషాలన్నిటినీ సులభ సుందరంగా ప్రస్తావించాడు. అందులో వివరించబడిన ఈ వైజ్ఞానిక పురోగతి అంతా కేవలం యాదృచ్ఛికంగా లభించింది కాదు. నవ్య భౌతిక విజ్ఞానానికి ప్రధాన ప్రాతిపదిక అయిన అణు రచనకు సంబంధించిన విపుల పరిశోధనల వల్లనే మనకు లభించింది. నిజానికి మూల ద్రవ్యాల రసాయనిక ధర్మాలను స్వల్పమైనవీ సాంద్రమైనవీ అయిన వాటి వాటి పరమాణు కేంద్రకములను బట్టి నిర్ణయించవచ్చు. విద్యుద్వేగంతో ముందుకు దూసుకుపోయే పరమాణు శకలాలతో ఒక మూల ద్రవ్యపు పరమాణువులను భేదించుట వలననే పరమాణు పరివర్తనము ప్రవర్తిల్లుతుంది. ఈ ప్రకారంగా సృష్టించబడిన మూల ద్రవ్యాలలో అనేకం రేడియో ధార్మిక శక్తి ప్లావితమై ఉంటున్నాయి. అనగా అవి విద్యుత్కణాలను విరజిమ్ముతూ తమంతట తామే నూతన మూల ద్రవ్యాలుగా తత్వాంతరీకరణ చెందుతూ ఉంటాయి. సహజ సిద్ధమైన రేడియో ధార్మిక శక్తి కల యితర మూల ద్రవ్యాలలో కూడా ఇలాగే జరుగుతూ వుంటుంది. ఈ కొత్త పద్ధతిలో రసాయనిక మూల ద్రవ్యాల సంశ్లేషణ

కృషిలో ఉపయోగం కాగల వేగవంతమయిన పరమాణు శకలాలను మహాశక్తివంతములైన విద్యుద్యంత్రాలు తయారు చేస్తాయి.

ఇవి కొన్ని ప్రత్యేక ఉపాయాలద్వారా పరమాణుగర్భ విదళనానికి వినియోగపడే పరమాణుశకలాల ప్రయాణ వేగాన్ని అనేకకోట్ల వోల్టుల తుల్య వేగానికి వృద్ధి చేస్తాయి. పారిస్ నగరంలో జరిగిన అంతర్జాతీయ వైజ్ఞానిక మహాసభకు వెళ్ళినపుడూ, ఆ తరువాత దేశాంతర పర్యటనలోను ఈ మహత్తర విద్యుద్యంత్రములు పనిచేస్తుండగా చూచే భాగ్యం నాకు కలిగింది. ప్రజ్ఞాధికమూ, నవ్యమూ అయిన వీటి నిర్మాణం, వినియోగం అన్నీ కూడా నవీన భౌతిక విజ్ఞానపు లక్ష్య లక్షణాలకు ప్రతిబింబములని చెప్పవలసి ఉంది.

నవ్య భౌతిక విజ్ఞానం వలన మనకు ఎంతో జ్ఞానలాభం కలిగింది. మంచికైనా చెడ్డకైనా ఈ క్రొంగొత్త పరిజ్ఞానం వలన ప్రకృతి శక్తులు మరింతగా మన వశవర్తులయాయి. ఈ మధ్య కాలంలో మానవ జీవితంమీదనూ, కార్యకలాపాలమీదనూ, నవ్యభౌతికవిజ్ఞానపు ప్రాబల్యం ప్రభావం శతవిధాల ప్రసరించాయి. అయితే విజ్ఞానపు పరమ ప్రయోజనం విజ్ఞానాభివృద్ధేనని భావించేవారే శాస్త్రవేత్తలలో అగ్రగణ్యులుగా ఎల్లప్పుడూ పరిగణింప బడుతున్నారన్న విషయాన్ని మనం మరచిపోకూడదు.

2. భౌతికశాస్త్ర విశేషాలు

ప్రకృతియొక్క స్వరూప స్వభావాలను, దాని పోకడలను గురించి తెలుసుకోవడమే విజ్ఞాన శాస్త్రాభ్యాసం యొక్క, విజ్ఞాన శాస్త్ర పరిశోధనల యొక్క పరమ ప్రయోజనం. భౌతిక విశ్వ నిర్మాణంలో వినియుక్తమైన మూల ద్రవ్యాల రచనా రహస్యాలను వాటి ప్రవర్తనకు పరిణామానికి సంబంధించిన ప్రధాన సూత్రాలను కనిపెట్టు బాధ్యత శాస్త్రజ్ఞులది. ఇందుకై అనేక సంవత్సరాలుగా అంతులేని అన్వేషణ అవిచ్ఛిన్నంగా సాగుతూనే ఉంది. అయితే ఇంతవరకు గమ్యం దరిదాపులకు చేరుకోలేక పోయినా అపారమైన జ్ఞాన లాభం మాత్రం కలిగింది. ఈ జ్ఞాననిధి లోభివాని సంపాదనవలె ఒక్కచోటనే పేరుకు పోకుండా కావాలన్న వారందరికీ స్వేచ్ఛగా లభిస్తోంది. భౌతిక శాస్త్రజ్ఞులు కనిపెట్టిన విషయాలు, ఆవిష్కరించిన వైజ్ఞానిక సత్యాలు నిర్మాణ కుశలులైన ఇంజనీర్లకూ, రసాయనిక శాస్త్రజ్ఞులకూ, జీవశాస్త్రజ్ఞులకూ, అమోఘంగా తోడ్పడడమే కాకుండా కాలక్రమేణా ప్రపంచ క్షేమానికి సిరిసంపదల అభివృద్ధికీ ఎంతగానో ఉపకరించుతాయి.

ప్రకృతి స్వరూప స్వభావాలను, దాని లోతుపాతులను పూర్తిగా తెలుసుకోవడమే భౌతిక విజ్ఞానుల పరమ లక్ష్యం. ఈ లక్ష్యసాధనలో వారికృషి నిత్య వ్యవహారాలకు అతీతంగా ఉండే అనేక విషయాలకు సంబంధించి ఉండవచ్చు. నిజానికి దానిసంగతి సామాన్యులకు పట్టదు. దీనికి నిదర్శనంగా విశ్వకిరణ పరిశోధనను గురించి పేర్కొనవచ్చు. సుప్రసిద్ధ భౌతిక విజ్ఞాను లెందరో ఇందుకు సంబంధించిన పరిశోధనలను సాగిస్తున్నారు. ఇట్టి పరిశోధకులలో అగ్రగణ్యుడు ఆచార్య ఆర్. ఎ. మిల్లికన్. ఈయన భారత దేశంలో విశ్వకిరణ ప్రసార ప్రభావాన్ని, వాటి పుట్టుపూర్వోత్తరాలను గురించి తెలుసుకోవాలనే ఆకాంక్షతో మన దేశానికి వచ్చారు. ఇవి ఎలాగ ఉత్పత్తి అవుతున్నవో నేటివరకు పూర్తిగా అవ

గాహన కాకపోయినప్పటికీ ఈ విశ్వకిరణ ప్రభావ పరిశోధనవల్ల భౌతికవిజ్ఞాన రంగంలో అనేక విధాలైన సత్ఫలితాలు సమకూరాయి. విశ్వకిరణ ప్రసారం వలన మన భూమి గ్రహిస్తున్న మొత్తం శక్తి ప్రతి రాత్రి నక్షత్ర కాంతి ద్వారా లభిస్తున్న శక్తికి ఇంచుమించు సమానం కావడంచేత స్థూలదృష్టికి దీని ప్రాముఖ్యం గోచరించక పోవచ్చు. ఇది వ్యక్తమయ్యేతీరు కోట్లకొలది ఎలక్ట్రాను వోల్టుల తులమానంలో మాత్రమే చెప్ప వీలైనది. నిజానికి ఇది పరిశోధనాగారాలలో అత్యంత ఆధునిక పరికరాలతో సైతం ఉత్పత్తి చేయజాలనంతటి గురుతర శక్తి. కనుక ఇది యెంతో ముఖ్యమైన విషయం. అబోరనీయమైన ప్రతి విశ్వకిరణమూ మహత్తోమహీయమైన శక్తికి ప్రతిరూపమేనన్న నమ్మకమూ, పరిశోధనాగారాలలో పట్టి చూడడానికి సాధ్యంకాని ప్రకృతి లక్షణాల పరిశీలనకూ ఇది తోడ్పడగలదనే ఆశా, పరిశోధకులలో ప్రబలమైన ఆసక్తిని రేకెత్తించాయి.

మన చుట్టూ ఉన్న వాతావరణములో నుంచి కాని, అడ్డము వచ్చిన ఏ ఇతర ద్రవ్యం నుంచి కానీ, విశ్వకిరణములు దూసుకు వెళ్ళినప్పుడు ధన, ఋణ విద్యుదావేశము గల ఎలక్ట్రాను కణముల జంటలను వెదజల్లుకుంటూ పోతాయి. ఇందులో ధన విద్యుదావేశం గల ఎలక్ట్రానును 'పాజిట్రాను' అని కూడా అంటారు. దీని ఉనికి మొట్టమొదటిసారిగా విశ్వకిరణ పరిశోధన మూలంగానే తెలియవచ్చింది. అలాగే యింకొక ప్రత్యేక కణము యొక్క ఉనికిని గురించి కూడా ఇటీవలే తెలుసుకోగలిగారు. దీనిని "భారవంతమైన ఎలక్ట్రాను" అనీ "మిజోట్రాను" అని "మిజాన్" అనీ అనేక విధములుగా వ్యవహరిస్తున్నారు. దీని ఉనికి విశ్వకిరణాలపై సాగిన పరిశోధనల ఫలితంగానే స్థిరపడింది. దీనికి దానంతటదే అప్రయత్నంగా మామూలు ఎలక్ట్రానుగా మారునట్టి అసాధారణ గుణం ఉన్నట్టు కనబడుతూంది. కనుక దీని మనుగడ కేవలం తాత్కాలికమైంది. అయితే ఇది "మేఘపు అర" (ఆంగ్లంలో క్లౌడ్ ఛేంబర్) అనబడే వైజ్ఞానిక పరికరంలో నుంచి ప్రయాణిస్తూ మామూలు ఎలక్ట్రానుగా మారిపోతున్న సమయంలోనే దాని గమన పథాన్ని ఒక బ్రిటిష్ భౌతిక విజ్ఞాని ఛాయాచిత్రంగా గ్రహించగలిగాడు కూడా.

ఎలక్ట్రాను కన్న "మీజోట్రాన్" కన్న చాలా బరువైన విద్యుత్కణాలను కూడా సాధారణ ద్రవ్యాలనుంచి విశ్వకిరణములు అప్పుడప్పుడు వెలువర్చ గలిగి

నట్టు కనబడుతుంది. ఈ భార విద్యుత్కణముల స్వభావం ఇంకా పూర్తిగా నిర్ధారణ చాలేదు. కాని కనీసం కొన్ని సందర్భాలలో 'ప్రోటాను' లైనట్టు గోచరిస్తున్నాయి. ప్రోటానులు ధన విద్యుదావేశం గల హైడ్రోజన్ పరమాణు కేంద్రకములు. ఇవి ఇతర రసాయినిక మూలద్రవ్యాలలో నుంచి విశ్వకిరణాలు దూసుకుని పోయేటప్పుడు వాటి పరమాణు కేంద్రకముల నుంచి విడివడిన ధన విద్యుదావేశం కల శకలాలని భావించవచ్చు.

విశ్వకిరణ పరిశోధనకై మిక్కిలి సున్నితమూ, సమర్థమూ అయిన పరికరాలెన్నో నిర్మించబడినవి. పైన పేర్కొన్న మేఘపు అర వానిలో ఒకటి. ఇందులో ఏమి జరుగుతుందంటే నలువైపులా చక్కగా మూయబడిఉన్న ఈ అరలో బంధింపబడిన తడిగాలి ద్వారా విశ్వకిరణములు ప్రసారం చేయబడతాయి. తక్షణమే అందులోని తడిగాలి వ్యాకోచం చెందించబడుతుంది. ఈ వ్యాకోచంవల్ల గాలి ఒక్కసారిగా చల్లబడిపోతుంది. అందువల్ల అందులోని తేమ విశ్వకిరణములు పోవు మార్గముల పొడవునా నీటి బిందువులుగా ఘనీభవిస్తుంది. అప్పుడు విశ్వకిరణముల స్థితి దృగ్గోచర మవుతుంది. ఆ సమయంలో వాటిని మెరుపువలె మెరిసే కాంతి రేఖ సాయంతో ఛాయాచిత్రముగా సంగ్రహించవచ్చు. కొన్ని ప్రయోగములలో ఈ మేఘపు అరను శక్తివంతమైన ఒక విద్యుదయస్కాంతపు ధృవముల మధ్య అమర్చినారు. విశ్వకిరణ జన్య విద్యుదావేశితమైన కణముల అయస్కాంత క్షేత్రములో ప్రయాణించుట వలన వాటి మార్గము వంపు తిరుగుతుంది. అట్టి స్థితిలో తీయబడిన ఛాయా పటములో కణముల మార్గపు వంపునూ, సాంద్రతనూ, జాగ్రత్తగా పరిశీలించి వాటి స్వరూప స్వభావాలనూ, విద్యుదావేశ పరిమాణాన్ని, శక్తినీ, ఇతర గుణగణములనూ తెలుసుకొనవచ్చును. అమెరికన్, భౌతిక విజ్ఞాని ఒకాయన మేఘపు అరనూ, విద్యుదయస్కాంతమునూ, కెమేరాను తీసుకొని ఒక విమానంలో 30,000 అడుగుల ఎత్తునకు వెళ్ళి అక్కడ విశ్వకిరణముల తాకిడి వలన పరమాణు కేంద్రకములలో సంభవించు ప్రేలుడు ఛాయా చిత్రములు పెక్కింటిని సంపాదించుకొని వచ్చినాడు.

గైగర్ కౌంటర్ అనునది ఇంకొక సున్నితమైన సాధనము. ఇది విశ్వకిరణ కణములను లెక్కించును. ఒక గొట్టములో బంధించబడిన గాలి లేదా ఆవిరిలో నుండి విశ్వకిరణములు ప్రసరించినప్పుడు అది తాత్కాలికముగా విద్యుద్వాహకముగా మారినందున మొదటిదానికి అనుబంధంగా విద్యుత్ప్రవాహమేర్పడి గణకయంత్రం

పనిచేయడం ప్రారంభమవుతుంది. ఇట్టి గొట్టములను రెండు మూడింటిని ఒకదాని తరువాత ఒకటి ఒక తిన్నని వరుసలో అమర్చి వానిగుండా విశ్వకిరణములను ప్రసరింపజేసినపుడు అవన్నీ ఏక కాలములో పనిచేసి, విశ్వకిరణములు వచ్చే దిశను సైతము తెలియచేయు విశ్వకిరణ దూరదర్శినిగా పనిచేయగలదు.

విశ్వకిరణ పరిశోధన ద్వారా మనకు లభించుచున్న నూతన విజ్ఞానం భౌతిక విజ్ఞాన శాస్త్రజ్ఞునికి ఎంతో ఆసక్తికరమైనది. ఇది కాలక్రమేణ మానవజాతియొక్క శాస్త్ర దృక్పథమును పూర్తిగా మార్చి, తుదకు మానవజాతి సంక్షేమమునకు తోడ్పడ గలదని వేరే చెప్పనవసరంలేదు. కాని వైజ్ఞానిక కృషిలో పాల్గొనకుండా పైనుండి చూచి ఆనందించే ప్రేక్షకులకు మాత్రం కొంత ఓరిమి అవసరం.

3. నత్తగుల్లలు

సముద్రపుటొడ్డున నత్తగుల్లలేరడం పిల్లలకు మాత్రమే తగిన వినోదమని నేటివారు అభిప్రాయ పడవచ్చు. కాని నూరేండ్లనాడు నాగరికులందరికీ మిక్కిలి ఆనందకరమైన వినోద వ్యాసంగంగా ఉండేది. శంఖాలు వగైరా గుల్లల రూపు రేఖలను పరిశీలించే ఔత్సాహికులు ఇందుకోసం చాలా సొమ్మే ఖర్చుపెట్టేవారు. అపురూపమైనవీ, అందమైనవీ అయిన వాటికి ఎంత ధర అయినా పెట్టేవారు. ఇలా సేకరించబడిన వాటిలో చాలా భాగం వివిధ దేశీయ వస్తు ప్రదర్శనశాలలలో నేడు భద్రపరచబడి ఉన్నాయి. వీటిని సావకాశంగా పరిశీలించ దలచిన విద్యార్థు లందరికీ ఇవి అక్కడ అందుబాటులో ఉన్నాయి. నేనుకూడా స్వల్పంగానైనా గుల్లలను పోగుచేసేవాణ్ణే. ఈ గుల్లల తయారీలో ప్రకృతి ప్రదర్శించిన నిర్మాణ వైచిత్రిని మెచ్చుకొనడంలో నాకు గల ఉత్సాహమును నా శ్రోతలలో కొందరి కైనా సంక్రమింప చేయగలిగితే చాలా సంతోషిస్తాను. నిజానికి శంఖాలను గురించి శ్రద్ధ వహించడం సముచిత వ్యాసంగమేనని మీలో కొందరికైనా అనుభవైక వేద్యం కాకపోవచ్చు. అందులో ఎంతో ఆనందం ఉంది. ఈ నత్తగుల్లల సహచర్యం మనకు కొత్త వింత కావచ్చు. కాని, పాములతో ఉన్నంత జుగుప్సాకరమూ కాదు, అసహ్యకరమూ కాదు.

నిర్జీవమైన గుల్లను దేనినైనా చూచినప్పుడు అందులో ఒకప్పుడు జీవ చైతన్యంగల ఒకానొక ప్రాణి నివసించేదనీ, అది తన జీవన సంగ్రామంలో ఆత్మరక్షణకు అనువైన గూటిని కొంచెం కొంచెంగా నిర్మించుకుంటూ వచ్చిందనీ దానితోపాటు గూడుకూడా ఎదుగుతూ ఇంత అయిందనీ జ్ఞాపకముంచుకోండి. వస్తుతః ఎంతో ఆసక్తికరమైన ఈ శంఖ పరిశీలనా వ్యాసంగం, దాని ప్రాముఖ్యాన్ని గ్రహించినప్పుడు మరింత ఆసక్తికర మవుతుంది. నిజానికి ఈ గుల్లలను పరిశీలించడమంటే అవనీతలంమీద ఆవిర్భవించిన అతి ప్రాచీన జీవకోటులలో

ఒకదానిని గురించి తెలుసుకోవడమన్నమాట. ఇవి అల్పప్రాణులే కావచ్చు అయితేనేమి వీటి ప్రాముఖ్యం వీటికుంది. వీటి ఆకారం పరిమాణం వర్ణ వైవిధ్యం. శిల్పం, అందచందాలూ బహువిధాలు. ఈ అల్పప్రాణి తనకై ఇన్ని విధాల ఇంత అందమైన ఆకారాలను ఎందుకోసం ఏలాగున నిర్మించుకుంటోంది అని ఆలోచించినప్పుడు దాని జీవరహస్యం మరింత నిగూఢమైనట్టు అనిపిస్తుంది. దానియందు మన ఆసక్తి ఇతోధిక మవుతుంది.

శంఖాలమీద నత్తగుల్లలమీద ధ్యాస పెరిగితే నేలమీదనూ, మంచినీటి లోనూ సముద్రములోనూ ఉండే ఈ జాతి జీవులు అనేక రకాలుగా అసంఖ్యాకంగా ఉన్నాయని త్వరలోనే తెలుసుకో గలుగుతాము. వీటిల్లో దాదాపు లక్షకు మించిన రకాలున్నాయని శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొన్నారు. వీనిలో కొన్ని సూక్ష్మదర్శిని సాయంతో చూడలేనంత చిన్నవీ, స్నానాని కుపయోగపడే తొట్టెలంత పెద్దవీ ఉన్నాయని తెలుసుకున్నారు. వీటిల్లో ఒక్కొక్కటి అరటన్ను బరువుండే బ్రహ్మాండమయినవి కూడా ఉన్నాయి.

ఆకారములోను, రంగులలోను శంఖాలూ, నత్తగుల్లల మాదిరి వైవిధ్య శోభను వెలార్చగల జీవులు మరేవీలేవు. కనుక వీటి పరిశీలన ఎంతో ఆసక్తికరంగా ఉంటుంది. సముద్రం అట్టడుగునా, సరస్సులలోనూ, నదులలోనూ, గుంటలలోనూ కూడా వేలకొలది జాతుల నత్తలుంటూ ఉంటాయి. కాని సముద్ర జీవులైన నత్తలంత ఆకర్షణీయంగానూ, ఆసక్తికరంగానూ మరేవీ ఉండవు. వీటికి తోడు భూమిమీద చెట్లలోను, దుబ్బులలోనూ, పెరటి తోటలలోనూ, నేల మీదా ఒకచోట అని ఏమిటి? అన్నిచోట్లా గాలి పీల్చుకుంటూ బ్రతికే రకరకాల నత్తగుల్లలు కూడా ఉన్నాయి. సముద్ర తీరంలోగానీ, భూమిమీదగానీ మనకు బహుళంగా కనబడే ఈ నత్తజాతుల రూపభేదములను కొంచెం పరీక్షించి చూస్తే ఎంతో ఆశ్చర్యం కలుగుతుంది. తాము ఎక్కడ ఉన్నప్పటికీ తమ పరిసరాల లోనే అనేక రకాల నత్తలు ఉన్నట్లు ఆసక్తితో, శ్రద్ధగా పరిశీలించేవారికి తెలియ గలదు.

నత్తలను ఐదు జాతులుగా జంతు శాస్త్రజ్ఞులు వర్గీకరించినారు. అందులో గెస్ట్రొపొడ్స్ (నత్తలు) లెమిల్లీబ్రాంక్స్ (ఆలిచిప్పలు) అనే రెండు జాతులు ముఖ్యమైనవి. గెస్ట్రొపొడ్స్ అనబడే ఈ నత్తల పైగుల్ల ఏకాండంగా సర్పిలాకారంలో ఉంటుంది. అలాకాక ఒకదానికొకటి అంటుకొని, మూసుకోవడానికి

తెరవడానికి వీలుగా తలుపుబంధుకీలు కలిగినట్టిది లెమిల్లీబ్రాంక్స్ అనబడే ఆలిచిప్పలు. వ్యాపారరీత్యా ఎంతో విలువైన శంఖం, టర్బో, ట్రాకస్ హేలియాటిస్ మొదలగు నత్తగుల్లలు గెస్ట్రోపాడ్స్ వర్గానికి చెందినవి. ముత్యపుచిప్పలు, ఆలిచిప్పలు వగైరా 'లెమిల్లీబ్రాంక్స్' జాతికి చెందినవి. వికార రూపముగల అష్టపది, స్క్విడ్, కటిల్‌చేప ముఖ్యంగా ఎంతో అందంగా రకరకాలైన రంగులతో మెరిసిపోతుండే చిప్పలూ, కప్పలూ కలిగిన నాటిలస్ మొదలైనవి మరో ముఖ్యమయిన మూడోజాతికి చెందినవి.

సముద్రపు గుల్లలను పోగుచేసి వాటిని బట్టీలలో పోసి కాల్చి సున్నం చేయడాన్ని చాలామంది చూచేవుంటారు. గుల్లలలో ఉండేది సుద్ద. ఈ సుద్దనే రసాయనిక పరిభాషలో కాల్షియం కార్బొనేట్ అంటారు. దానిని కాల్చినప్పుడు, అది కాల్చి ఆర్పిన సున్నం (అనగా కాల్షియం ఆక్సైడ్) గా మారుతుంది. నత్తగుల్లలలోని సుద్ద నత్తపురుగు అంచుల నుంచి క్రిందికి కారుతుంది. అది క్రమంగా గట్టిపడి గుల్ల ఏర్పడుతుంది. కొమ్మువంటి సేంద్రియ ద్రవ్యం ఈ సుద్దతో కొంచెం కలిసి నిర్జీవ ద్రవ్యమయిన సుద్దను వంగిపోకుండా గట్టిగా ఉండేటట్టు బలాన్నిస్తుంది. చాలా గుల్లల రూపురేఖలను పరిశీలించినవారికి అవి గట్టిగాను, పెళుసు లేకుండాను నిర్మితమైనట్లు స్పష్టమవుతుంది. ఒకవేళ ఏదైనా ప్రమాదవశాత్తు గుల్ల బీటదీసినప్పటికీ ఆ బీటమీద మళ్ళీ కొత్త ద్రవాన్ని స్రవింపచేసి పగులును అతికించుకోగల సామర్థ్యం నత్తలకు కలదనికూడా తెలుస్తుంది. దెబ్బతగిలి పగలగా తిరిగి అతుకబడినట్లున్న నాటిలస్ జాతి నత్తగుల్లను నేను స్వయంగా చూచాను. గుల్లల నిర్మాణమునకై కావలసిన ద్రవ్యమును సేకరించడంలో నత్తజాతి సూక్ష్మజీవులు చేసేపని ప్రకృతి సహజమయిన పొదుపరితనానికి నిదర్శనం. యుగయుగాలుగా నీటిలో కుప్పబడి కాలక్రమేణ శిథిలమైపోయి రూపాంతరం చెందిన చిన్న చిన్న నత్తగుల్లలే తరచు భూమిమీద కనబడే సుద్దబిళ్ళలు.

రకరకాలైన నత్తగుల్లలలోని సుద్ద అనేక రీతులుగా గోచరిస్తుంది. మామూలు శంఖంలో ఇది గట్టిగానూ, తెల్లగానూ పింగాణీవలె ఉంటుంది. సుప్రసిద్ధమైన 'కిటికీ అద్దపు' గుల్ల చేపయొక్క కవచంలోని సుద్ద ఏ రంగూ లేకుండా అర్ధపారదర్శకంగా ఉంటుంది. చాలా వాటిల్లో గుల్ల మందం అంతాగాని, అందులో చాలా భాగం గాని, అనేక రంగులతో అందంగా మెరిసే ముత్యపుచిప్ప ద్రవ్యంతో నిర్మించబడుతుంది. అందంగా వుండడం చేతనూ వంగకుండా గట్టిగా ఉండడం

చేతనూ, కళాత్మకమైన వస్తువుల తయారీలో ఎక్కువ ఉపయోగపడుతూ వ్యాపారరీత్యా లాభదాయకం కావడంచేతా ముత్యపు చిప్పకు ఎంతో విలువ కలిగింది. రసాయినికంగా దాదాపు పరిశుద్ధమైన సుద్ద తప్ప వేరేమీకాని ఈ ముత్యపు చిప్పలకు ఇంత అందమూ, ఇంత వైవిధ్యమూ ఎలా కలిగింది ? అన్న అంశంపై విపులమయిన పరిశోధన జరుగుతోంది.

సుద్ద సహజంగా స్ఫటిక జాతి ద్రవ్యం. రసాయినికంగా అంతా సుద్దే అయినప్పటికీ స్ఫటికాకారంలో ఉన్న సున్నపురాతి ముక్కను చూస్తే మీకు ఈ విషయంలో వెంటనే నమ్మకం కలుగుతుంది. చలవరాతి ముక్కను బ్రద్దలుకొడితే అది పగిలినచోట స్ఫటికాకారం కనిపిస్తుంది. అయితే గుల్ల అంచులనుండి కారే సుద్ద ద్రవం వెంటనే స్ఫటికంవలె గడ్డకట్టిపోకుండా దానితో కలుస్తున్న సేంద్రియ జీవద్రవ్యం నిరోధిస్తున్నది. అయినప్పటికీ అది స్ఫటికాకృతిని పొందుతూనే ఉంటుంది. స్ఫటికపు పరిమాణం పెద్దదైన కొలదీ స్ఫటికీకరణం మరింత క్రమబద్ధంగా అవిచ్ఛిన్నంగా జరిగే కొలదీ గుల్ల మరింత స్వచ్ఛమూ, పారదర్శకమూ అవుతుంది. అందువల్లనే కిటికీ అద్దపు గుల్ల చేప కవచం దాదాపు పారదర్శకంగా ఉంటుంది. కనుకనే కొన్ని దేశములలో కిటికీలకు గాజుకు బదులు దీనిని వాడుతున్నారు.

సుద్ద, స్ఫటికాలు రెండు రకాలు. ఇవి రెండూ రసాయినికంగా ఒకటే అయినప్పటికీ వీటి భౌతిక రూపాలు భిన్నంగా ఉంటాయి. వీటిలో ఒకదానిని 'కాల్సైట్' అనీ, రెండో దానిని "ఎరాగోనైట్" అనీ వ్యవహరిస్తూ ఉంటారు ప్రకృతిలో ఈ కాల్సైట్ చాలా విరివిగా లభిస్తూంటుంది. సాధారణంగా నత్తగుల్లలన్నింటిలోను-వాటిల్లో ముత్యపు చిప్ప మెరుగు కనబడే చోట్లు మినహా-ఉండేది ఈ కాల్సైట్ మాత్రమే. ఈ ముత్యపు చిప్పలోనైనా సుద్ద ఎరాగోనైటు రూపంలో వుంటుంది కాని ఆ వుండడం అసంఖ్యాకమైన స్ఫటిక సమూహం వలె ఉంటుంది. నత్తగుల్ల ఉపరితలంతో సమానాంతరంగా పొరలు పొరలుగా వ్యాపించి ఉండే సేంద్రియ ఫలకాలపై ఈ స్ఫటిక సమూహములు పొదుగబడి ఉంటాయి దీనిని సూక్ష్మదర్శినితో పరిశీలించినప్పుడు ముత్యపు చిప్పలో ప్రతి అంగుళం మందానికీ ఇలాంటివి ముప్పైవేల పొరలుంటాయని తేలింది. ముత్యపు చిప్పలు అనేక రంగులలో, అందంగా నిగనిగా మెరిసిపోతుండడానికి కారణం వాటికిగల ఈ నిర్మాణ వైచిత్రే. అందులో సేంద్రియ ద్రవ్యం చేరడంవల్లనే

దానికి గట్టితనమూ, చెక్కడపు పనిచేయడానికి తగినంత చేవా కలుగుతున్నాయి. ఇదే ముత్యపు చిప్పకు రసాయనిక నిరోధక శక్తిని ప్రసాదిస్తున్నది. సజల ఉదజహరికామ్లంలో (డైల్యూట్ హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్) సుద్ద తక్షణమే కరిగిపోతుంది. కాని ముత్యపు చిప్ప మాత్రం చాలా నెమ్మదిగా కరుగుతుంది. మంచి ముత్యపు నిర్మాణంకూడా ముత్యపు చిప్పవలెనే ఉంటుంది. అయితే ముత్యపుచిప్పలోని పొరలు సమంగా పలక పేర్పులో ఉండగా, ముత్యంలో అవి ఒక కేంద్రం చుట్టూ గోళాకారంలో ఉంటాయి. అందుచేత మంచి ముత్యంలో ఉన్నది కొద్దిగా సేంద్రియ ద్రవ్యం కలిసిన శుద్ధమయిన సుద్ద మాత్రమే. రసాయినిక దృష్ట్యా వజ్రం కేవలం బొగ్గే అన్నందువల్ల దాని విలువ ఏమాత్రమూ తగ్గనట్లుగానే, మంచి ముత్యాలన్నీ కొంచెం సేంద్రియ ద్రవ్యం కలిసిన వట్టిసుద్దతో తయారైనవన్నంత మాత్రాన వాటి అందానికీ, విలువకూ వచ్చిన న్యూనత ఏమీలేదు. నత్తగుల్లల రూపురేఖలు వాటిపై నగిషీ అంతా ఎంతో అందంగా ఉంటాయి. ఈ జంతువుల జీవితంలో వీటి ప్రాధాన్యమేమో, వీటి కింతటి సుందర రూపసంపదను కల్పించడం జీవసృష్టి సందర్భంలో ప్రకృతి ప్రదర్శించే అనుగ్రహాతిశయమేనో కాదో జంతు శాస్త్రజ్ఞుడను కాకపోవడంచేత నేను సాహసించి చెప్పజాలను. అలాగే నత్తగుల్లలలో తరచు వ్యక్తమవుతూండే వర్ణవిన్యాసం గురించి కూడా నేను ఏమీ చెప్పజాలను. కాని గుల్లల రూపురేఖలకూ అవయవ నిర్మాణానికీ అత్యంత సన్నిహిత సంబంధమున్నదనడం మాత్రం నిస్సంశయం. నిజానికి గెస్ట్రొపాడ్స్, లెమిల్లి బ్రాంక్స్, నాటిలస్ జాతుల ముత్యపు చిప్పల సూక్ష్మ నిర్మాణమును సూక్ష్మదర్శినితో పరీక్షించి చూచినప్పుడు, అవి పరస్పరం భిన్నంగా ఉన్నట్లు కనిపించింది. కాబట్టి గుల్లల నిర్మాణంలో గల తేడాలనుబట్టి జంతుశాస్త్ర రీత్యా నత్తగుల్లలను జాతులుగా వర్గీకరించే సందర్భంగా జరిగే పరిశీలనకు ఇది ఎంతగానో ఉపకరించవచ్చు.

4. ప్రకృతి రూపురేఖలు

వస్తుతః సౌందర్య తత్త్వం ఇట్టిది అని విశ్లేషించి చెప్పడం కష్టం. కాని సుందరమైన దానిని దేనినైనా చూడగానే అవయవ సౌష్ఠవం, అవయవ అనురూపత్వం వగైరా సౌందర్య లక్షణాలు కొన్ని దానికి ఉన్నట్లు మనం గుర్తించగలం. ప్రాణికోటి రూపు రేఖలను పరిశీలించినప్పుడు, వాని ఆకృతులలో ఒక క్రమంతో తీర్చిదిద్దినట్లు గోచరించే నిర్మాణ లక్షణాలే వాని సహజ సౌందర్యాన్ని ఇనుమడింప చేస్తున్నా యనిపిస్తుంది. జీవకోటి సౌందర్యం బాహ్యచిహ్నాలలో మిక్కిలి ముఖ్యమైనది అవయవాల అనురూపత్వం. అనగా కుడి ఎడమ భాగాలు ఒక దానితో ఒకటి సరితూగేటట్టుండడం. పువ్వులలోనూ, రెమ్మలలోనూ బాహ్య సౌందర్యాన్ని ఇనుమడింపచేసే అవయవాను రూపత్వం వృక్ష ప్రపంచంలో మనకు చాలా కనిపిస్తుంది. వృక్ష జాతులలోను, జంతు ప్రపంచంలోనూ ఉండే సూక్ష్మాకృతి సూక్ష్మ ప్రాణులను సూక్ష్మదర్శినిలో చూచినప్పుడు అనేక విధాలైన అవయవానురూపత్వం దృగ్గోచరమవుతుంది. అల్ప ప్రాణులను, అందునా మంచినీటిలోనూ, సముద్రపు లోతునా ఉండే నక్షత్రలవంటి వాటిని పరిశీలించినప్పుడు అద్భుతమైన అవయవాను రూపత్వం కల వాటి ఆకార సంపద బయటపడుతుంది. అయితే ప్రకృతి నిర్మాణ వైచిత్ర్యం అంతా ఈ విధమైన అవయవాను రూపత్వ సృష్టికే పరిమితమై లేదు. అడవి సౌందర్యమంతా అక్కడి అసలు పువ్వులలో మాత్రమే లేదు. అక్కడ నిట్ట నిలువుగా పెరిగిన చెట్ల మానులూ, దశదిశలా వ్యాపించియుండే కిరీటములవంటి వృక్షాగ్రములు, అడవి అంతా ఒక దానితో ఒకటి అల్లిబిల్లిగా అల్లుకొన్న కొమ్మలూ ఇవన్నీ కూడా తమ అనురూపత్వంతో ఇతర సౌందర్య విశేషాలతో చూపర దృష్టిని ఆకర్షించి, ఆకట్టి అలరింపుతాయి.

సమస్త సృష్టిని సాగించే సందర్భంలో ప్రకృతి ప్రదర్శించే నిర్మాణ కౌశలాన్ని వైచిత్రినీ అర్థం చేసుకొని అన్వయించుకోవడానికి రెండు భిన్నమార్గా లున్నాయి. జీవ ధర్మాలు జయప్రదంగా అమలు జరుగుతున్నాయో, లేదో చూచే జీవశాస్త్ర దృష్టితో పరిశీలించడం ఒకటి. చరాచర జీవకోటి సమస్త కార్యకలా పాలు వాటి రూపురేఖలపై పూర్తిగా ఆధారపడి ఉంటాయి. అందుచేత ఆయా జీవ ధర్మాలను నెరవేర్చడానికి వీలుగా ఆయా అవయవాలు అనురూప సౌంద ర్యంతో అలరారుతూ ఉంటాయి. కుడి, ఎడమలు ఒకదానితో ఒకటి సరితూగేటట్లు ఉండడం అనేది, భూమిమీద సంచరించే, గాలిలో ఎగిరే, నీటిలో ఈదే సమస్త జంతుజాలానికీ సర్వసాధారణమైన లక్షణం. అందుచేతనే అవి అంత సుల భంగా ఆయా పరిసరాలలో సంచరించ గలుగుతున్నాయి. కాని జిగురును వెలార్చి గట్టి ఆధారమును అంటుకొని ఉండడంలోనే తృప్తిని చెందే నత్తజాతి జీవులలో మాత్రం ఈ అవయవానురూపత్వం కనబడదు. ఏది ఏమైనప్పటికీ, ఎలా ఉన్న ప్పటికీ, ప్రాణికోటి రూపురేఖలన్నీ ఆ యా జాతుల జీవన విధానాలకు, ధర్మా లకు అనుగుణంగా మాత్రం ఉంటాయని నిస్సంశయంగా చెప్పవచ్చు.

ఇక రెండవది : భౌతిక శాస్త్రజ్ఞుల, రసాయన శాస్త్రవేత్తల దృక్పథానికి సంబంధించిన మార్గం. ఇది రూపురేఖలకూ, అందుకు కారణభూతమైన ద్రవ్య లక్షణాలకూ గల పరస్పర సంబంధ నిరూపణకు మాత్రమే పరిమితమైంది. ఆ యా జీవజాతుల శరీర నిర్మాణానికి కావలసిన సామగ్రిని ఎంచుకునే అవకాశం జీవానికి ఉన్నప్పటికీ అది నిర్నిబంధమైన అవకాశం కాదు. ఇందుకు కారణం ఎంచుకున్న వస్తువు లభ్యం కావడంపై ఈ శరీర నిర్మాణం కృషి చాలా వరకు ఆధారపడి ఉండడమే. మాంసకృత్తులనబడే జీవ ద్రవ్యాల అసాధారణ యౌగి కమే ప్రాణానికి ప్రాతిపదిక. అయితే ఇది చాలా సున్నితమై త్వరగా చెడిపోయే స్వభావం కలది కావడంచేత ఏవో కొన్ని ప్రత్యేక సందర్భాలలో తప్ప గట్టి నిర్మాణమునకు అంతగా ఉపయోగించదు. అదైనా అరుదుగా జరిగేపని. అందుకే కాల్షియం కార్బొనేట్స్, కాల్షియం ఫాస్ఫేట్స్ వంటి నిర్జీవ రసాయనిక పదార్థాలే జంతువులకు రూపురేఖలు కల్పించి వాటి జీవిత పద్ధతులను తీర్చిదిద్దే పంజరాల నిర్మాణంలో వినియోగమౌతున్నవి. ఈ నిర్జీవ ద్రవ్యముల స్వభావమూ, గుణ ములూ, మాంసకృత్తులతో అవి కలిసి వుండే విధానమూ జీవజంతువులలో రూపు రేఖలనూ, అవయవానురూపత్వాన్ని నిర్ణయించేవి. అయితే ఈ మాంసకృత్తులే

త్వర త్వరగా పెరిగే కొన్ని ప్రత్యేకావయవ నిర్మాణములలో, అనగా పిల్లలకు పాలిచ్చి పెంచే జంతువుల రోమములుగానూ, ఉన్ని బొచ్చుగానూ, నెమరువేసే జంతువులలో కొమ్ములుగానూ రూపొందుతున్నాయి. స్త్రీలకు శిరోలంకారమైన అందమైన పట్టు కుచ్చులవంటి శిరోజములు అంత పొడుగుగా ఎదగడానికి కారణం ఒక రకం మాంసకృత్తుల పరిమాణ రచనలో గల విశేషమే. నిజానికి మానవ మస్తకాలకు అలంకారమైన శిరోజముల సౌందర్య శోభ అంతా మాంసకృత్తులలో ప్రకృతి ప్రదర్శించే రసాయినిక ప్రక్రియా ఫలితమే.

ఈ మధ్య ముత్యపు చిప్పల నిర్మాణం విషయమై, నేను జరిపిన పరిశోధన లలో, వాటి బాహ్య రూపానికీ, అంతరంగిక శిల్పానికీ గల సంబంధం సంగతి తెలియ వచ్చింది. గుల్లల ఆకారంలోని వైవిధ్యమును బట్టి సత్త్వ జాతి జీవులను అనేక రకాలుగా వర్గీకరించ వచ్చునన్నది అందరికీ తెలిసిన విషయమే. సాధా రణ కాంతి కిరణములతోను, ఎక్స్ కిరణములతోను రక రకాల ముత్యపు చిప్ప లపై జరిపిన పరిశీలన వలన వాటి నిర్మాణ శిల్పములో చాలా తేడాలున్నవని తెలిసింది. ముఖ్యంగా ముత్యపు చిప్పలలో ఉండే ప్రధాన ద్రవ్యం సున్నము లేక ఎరాగనైట్ తాలూకు సూక్ష్మ స్ఫటికముల కూర్పులోకూడా ఈ భేదం ఎక్కువగా ఉన్నట్లు కనుగొన బడింది. భిన్న భిన్న వర్గాలకు చెందిన సత్త్వజాతి జీవుల, గుల్లల పై రూపులన్నీ అంతరంగికమైన అవయవ నిర్మాణములమీద ఏదో ఒక విధంగా ఆధారపడి యున్నవని పరిశీలనవల్ల తేలింది. సెల్యులోజ్ అనే రసాయనిక ద్రవ్యపు అద్భుత గుణము వలన వృక్ష జాతులలో అనుపూపత ఏర్పడుతోంది. ఇది బొగ్గు, ఆమ్లజని, ఉదజనిల రసాయినిక యౌగికం. పంచదారకూడా ఇలా ఏర్పడిందే. కాని రెండింటికీ గుణభేదాలున్నాయి. పంచదార నీళ్ళలో కరిగి పోతుంది, సెల్యులోజ్ కరగదు. ఈ సెల్యులోజ్‌లో అణువులు సులువుగా ఒకదానికొకటి అంటుకొని నారపోగులుగా ఏర్పడటానికి వీలుగా ఉంటాయి. లిగ్నిన్ అనే పిండివంటి ద్రవ్యంతో ఈ సెల్యులోజ్ పోగులు ఒకదానికొకటి గట్టిగా అతికించడం వల్లనే చెట్లకూ, మొక్కలకూ, మ్రానులు ఏర్పడుతున్నాయి. అడవిలోని పెద్ద పెద్ద చెట్లయొక్క పొడుగాటి మానులనూ, అల్లిబిల్లిగా అందంగా అల్లుకున్న కొమ్మలనూ, ఆకులను చూచి మెచ్చుకునేటప్పుడు ఆ సౌందర్య సంపద అంతా సెల్యులోజ్ అణువులకు సహజసిద్ధమైన అనుపూపత్వ లక్షణం వల్లనే నన్న సంగతి మరచిపోకూడదు. బాగా పరిచయమైన విషయంగదా అని ప్రాణి

కోటి రూపురేఖలను గురించి, వాటి అవయవానురూపత్వాన్ని గురించి మొదటగా ప్రస్తావించా లనుకున్నాను ప్రసక్త్యాను ప్రసక్త్యంగా సజీవద్రవ్య నిర్మాణాన్ని గురించీ జీవలక్షణాలను రూపొందించడంలో ప్రధాన పాత్ర వహించే క్లిష్టమైన అసాధారణ రసాయనిక ద్రవ్యాల స్వభావాదికములను గురించీ, పర్యాలోకించ వలసి వచ్చింది. కాని కంటికి ప్రత్యక్షంగా కనుపించని వైనప్పటికీ ద్రవ్య నిర్మాణానికి ప్రాతిపదికములైన అణువుల యొక్క రూపురేఖలను గురించి మనకు వివరంగా తెలుసును కాని మిగతా విషయం అంతబాగా తెలియదు. గడచిన ఇరవై ఏండ్లలోనూ, సిద్ధాంత రంగంలోనూ ప్రయోగాత్మకంగానూ భౌతిక విజ్ఞానం బాగా వికసించింది, ఫలితంగా పరమాణువుల, చాలాచిక్కాల అణువుల నిర్మాణం గురించి, వాటి రూపురేఖలను గురించి మనకు చాలా తెలిసింది. విద్యుదావేశితమైన కేంద్రముచుట్టూ ఎలక్ట్రానుల గుంపులతో ఒక క్రమంలో నిర్దిష్ట ప్రణాళికననుసరించి ద్రవ్యపరమాణువులు నిర్మితమైనవని సిద్ధాంత రీత్యాను. ప్రయోగాత్మకంగాను కూడా ఋజువైంది. పరమాణువుల పేర్పువల్ల కలిగే అణువుల నిర్మాణం కూడా స్పష్టమైన రేఖాశాస్త్ర సంబంధమైన మూల సూత్రముల మీదనే ఆధారపడి ఉంది అణువు ఆకారమునూ దాని అనురూప శిల్ప నిర్మాణమునూ సరిగా తెలిసికొని నిర్వచించడానికి తగిన పద్ధతులూ, పరికరాలూ నేడు మనకు అందుబాటులో ఉన్నాయి. ఒక ఉదాహరణ : బహు సంక్లిష్ట నిర్మాణం కల పెక్కు జీవ ద్రవ్యాల తయారీలో ప్రాతిపదికగా వినియోగపడే అణువు రూపురేఖ నీన్ని సంపూర్ణమైన షట్కోణంవలె ఉంటాయని రుజువైంది.

రేఖాశాస్త్రానికి, ద్రవ్యపు స్ఫటికాకార పరిశీలనలో ప్రయోగముల మూలము నేటి కనుగొన్న విషయానికీ గల సన్నిహిత సంబంధములను గురించి ప్రస్తావించి ఈ ప్రసంగాన్ని ముగిస్తాను. భూగర్భ విజ్ఞాన ప్రదర్శనశాలకు పోయిచూసినప్పుడు నైసర్గికంగా ప్రకృతిలో లభించే అందమైన స్ఫటికముల మచ్చుతునకలు, అష్టకోణాలు తీరిన వజ్రపు స్ఫటికాలు, షట్కోణాలు గల స్ఫటికరాళ్ళు, రాతి ఉప్పు, స్ఫటికపు ఘనాలు, పట్టికలవలెఉండే పెద్ద పెద్ద అభ్రకపుపలకలు మొదలైనవి ఎన్నో కనిపిస్తాయి. ప్రకృతిలో దొరికినవైనా, మానవ కల్పితమై నటువంటివైనా గట్టిగా ఉండే ద్రవ్యాలలో చాలాభాగం స్ఫటిక నిర్మాణం కలవే. అయితే పైకి చూడ్డానికి అన్నీ అలా అనిపించకపోవచ్చు? కాని స్ఫటిక నిర్మాణశిల్పం వరుస వరుసకూ, పొర పొరకూ, నిలువు నిలువుకూ, మధ్య సమానమైన ఖాళీతో ఉండే

పరమాణువుల లేదా అణువుల దొంతర క్రమబద్ధంగా ఉంటుందని నవీన పరిశోధనల వల్ల వెల్లడి అయింది. అందుచేత ద్రవ్యాణువులలోను, పరమాణువులలోను ఇలాంటి సక్రమమైన కూర్పు ఎన్నివిధాల సాధ్యమవుతుంది? బాహ్యమైన రూపు రేఖలనుబట్టీ, ఆంతరంగికమైన నిర్మాణ శిల్పంబట్టీ, లేదా ద్రవ్యాణువర్గాల కూర్పును బట్టీ, స్ఫటికములను వర్గీకరించడానికి రేఖాశాస్త్ర సిద్ధాంతాలు తోడ్పడుతున్నాయి. రేఖాశాస్త్ర సిద్ధాంతముల రీత్యా 32 స్ఫటికపు జాతులూ, స్ఫటికములలో 230 రకములైన ఆంతరంగిక నిర్మాణ శిల్పములూ ఉండవచ్చునని సూచించబడింది. అత్యద్భుతమూ, సంతృప్తికరమూ అయిన విశేషమేమిటంటే ప్రయోగరీత్యా కూడా ఈ సంగతి ఋజువుకావడం.

5. ప్రకృతిలో వెలుతురు - రంగులు

అనంతమైన వైవిధ్యశోభను వెలారుస్తూ మనకు ప్రకృతి ప్రత్యక్ష మవుతూ ఉంటుంది. కాని ప్రకృతి ప్రియులకు అది మరింత అందంగానూ, ఆసక్తి జనకంగానూ ఉంటుంది. నీలాకాశమూ, ఉషశ్శోభా, సంధ్యా సౌందర్యం, మాటి మాటికీ మారుతూ ఉండే మబ్బుల వైచిత్రి, లవవులలోనూ, పొలాలమీదా కన బడే రకరకాల రంగులూ, అర్ధరాత్రి అసంఖ్యాక తారకలతో అలరించే ఆకాశమూ అన్నీ కూడా మన కళ్ళ ఎదుట మనకోసం ప్రకృతి వింత కాంతులతో రంగులతో అనుక్షణమూ ప్రదర్శించే అంతులేని జగన్నాటకంలోని నిత్య దృశ్యాలు. శాస్త్ర వేత్త ఈ దృశ్యాలను విమర్శనా దృష్టితో చూస్తాడు. అంత మాత్రాన ప్రకృతి సౌందర్యం అతణ్ణి ఆకర్షించకపోదు. నిజానికి విమర్శనవల్ల మన దృష్టి నిశిత మౌతుంది. ఆ అందాన్ని, దానిలో ప్రస్ఫుటంగా కానవచ్చే ప్రత్యేక లక్షణాలను బాగా గ్రహించగలుగుతుంది. పైగా ప్రకృతి పోకడలను పరిశీలించడంవల్ల జ్ఞాన లాభం చాలా కలిగింది. ఉదాహరణకు ఉరుములతో, మెరుపులతో నిండిన తుఫానునే తీసుకోండి. ద్రవ్యంలోనుంచి విద్యుత్తు ప్రవహించినప్పుడు విద్యు చ్ఛక్తి వెలుతురుగా మారుతుందని ప్రకృతి మనకు ప్రదర్శించింది. ఈ విద్యు చ్ఛక్తిని అనేక విధాలుగా ఉత్పత్తి చేసుకుని మానవజాతి అనేక విధాల వినియో గించుకుంటోంది.

ఇంకొక ఉదాహరణ : కాంతిలోనూ, రంగులోనూ అనేక తేడాలతో రక రకాలుగా మెరిసే చుక్కలు అనేకం ఆకాశంలో చీకటి రాత్రులందు మనకు కన బడతాయి. ఈ నక్షత్రాలనుంచి వచ్చే కాంతిని వర్ణపట దర్శినితో విశ్లేషించి పరి శీలించగా నక్షత్ర కాంతికీ, సూర్యకాంతికీ స్థూలంగా చాలా పోలికలున్నప్పటికీ వాటి వాటి వర్ణపట దర్శనులలో వ్యక్తమయ్యే రంగుల వివరాలలోను ఇతర లక్షణాలలోను తేడాలు లేకపోలేదని తేలింది. దీనినిబట్టే సూర్యుడు పైతం నక్ష

త్రాల కోవకు చేరిన వాడేనని లేదా దూరాన మిణుకు మిణుకుమనే నక్షత్రాలు సూర్యుని వంటివేనని తెలుసుకోవడానికి వీలైంది. అలాగే విశ్వమండలి వివిధ భాగముల మధ్యగల పోలికలను నిర్ణయించడానికీ, నక్షత్రముల పరిణామక్రమాన్ని తెలుసుకోవానికీ వీలైంది. మనలో ప్రతివారికీ పరిచితమైన ప్రకృతి దృశ్యాలన్నింటిలో ప్రస్ఫుటంగా ప్రత్యక్షమయ్యే రంగులన్నీ ఎలా కలుగుతున్నాయన్న జిజ్ఞాస వైజ్ఞానిక పరిశోధకులకు సహజం.

ఇంతకీ ఒక వస్తువుయొక్క రంగు అంటే ఏమిటి? ఆ వస్తువు ఉపరితలంపై ప్రతిఫలించే కాంతి రంగా? లేక దానిలోనుంచి ప్రసరించి వచ్చే కాంతియొక్క రంగా? లేదా దానిలోపల అంతటా వ్యాపించి దశదిశలా విరజిమ్మబడే వెలుగు వర్ణమా? ఇదేదో ముందు స్పష్టంగా తెలుసుకోవాలి.

స్థూలదృష్టికి కేవలం సామాన్య విషయం అనిపించే దీనిని గురించి ఇన్ని ప్రశ్నలేమిటనే ఆశ్చర్యం కలుగవచ్చు. నిజానికి ఈ విధంగా మూడు విధాలుగా నిర్వచించిన ఒక వస్తువుయొక్క రంగు ఒకే విధంగా ఉండకపోవచ్చు. ఇందుకు మంచి ఉదాహరణ నీటిరంగు జలోపరితలంనుంచి ప్రతిఫలించి వచ్చే కాంతియొక్క రంగు నీటిమీద పడిన కాంతి రంగే తప్ప అన్యంకాదు. సూర్యకాంతి జలోపరితలం మీద పడిందనుకోండి. అప్పుడు దానిమీదనుంచి ప్రతిఫలించే కాంతికి సూర్యకాంతి రంగే ఉంటుంది. అలాకాకుండా నిటారైన జలధారనుంచి ప్రసరించే తెల్లటి కాంతి కిరణాల రంగు, సూర్యకాంతి వర్ణపటంలోని వివిధ రంగులలో దేనినైనా ప్రత్యేకంగా హరించగల శక్తి ఆ నీటికి ఉండే దాన్నిబట్టి మారుతుంది. నీరు ఎంత నిర్మలంగా ఉన్నా ఎరుపు పసుపు రంగులను కొద్దిగా హరిస్తుంది. అందుచేత నిటారైన జలధారలోనుంచి ప్రసరించివచ్చే సూర్యకాంతి విశిష్టమైన ఆకుపచ్చరంగును చూపిస్తుంది. ఇదికాక నీటిలోనుంచి పైకివచ్చే వెలుతురు, నీటిలోపల నలుప్రక్కల వ్యాపించి నీటిమధ్య ఉండే ద్రవ్యశకలాలచేతా, నీటి అణువులచేతా పైకి వెదజల్లబడుతుంది. నీటిమధ్య ప్రేలాడే ద్రవ్య శకలాలు అంత హెచ్చుగా లేనప్పుడు వెలుతురు నీటి అణువుల ద్వారానే పైకి వెదజల్లబడుతుంది. దీనిరంగు ఆకాశ నీలిమను పోలి ఉంటుంది.

కాబట్టి జలోపరితలంపై కాంతిపడి ప్రతిఫలించడం, నీటిలోనుంచి దూరి వచ్చే వెలుతురులోని ఎరుపు, పసుపు రంగులను ప్రత్యేకించి హరించగలగడం, నీటిలోపల కాంతి పైకి వెదజల్లబడడం అనే ఈ మూడు ధర్మాలనుబట్టి, నీటి

రంగు ఉంటూఉంటుంది. అందుచేతనే నిర్మలమైన నీటిరంగు కూడా అది మనము గ్రహించే పద్ధతినిబట్టి మారుతుందనడంలో ఏమి ఆశ్చర్యంలేదు. ఒకవేళ ఉపరి తలపు ప్రతిఫలనం లేకుండా పరిహరించి నప్పుడు అనగా పైనుంచి క్రిందకి నీటి లోనికి చూచినప్పుడు ఆ నీరు ఉండవలసినంత నిర్మలంగానూ లోతుగానూ కనుక ఉన్నట్టయితే నీటి అణువులకుగల ఆయా రంగులను మ్రింగి వేయడం, వెలుతురును వెదజల్లడం అనే రెండు ధర్మాల సమిష్టి ఫలితంగా పరిశుద్ధమైన నీలి రంగులో కనబడుతుంది. అప్పుడది మిక్కిలి నిర్మలమైన ఆకాశ నీలవర్ణంకన్న గాఢమైన నల్లటి నీలిరంగులో ఉంటుంది. ఇలా కాకుండా కవ్వంతో చిలకగా ఘూర్ణిల్లుతున్నప్పుడు అనగా గాలి బుడగలతో పూర్తిగా నిండి ఉన్నప్పుడు, లేక లోతు తక్కువైన నీటిని చూచినప్పుడు కాంతిని విరజిమ్మే గుణాన్ని చాలావరకు కోల్పోతుంది కనుక, ఆ నీటి రంగు ఆకుపచ్చగానో లేదా ఆకుపచ్చడాలుగల నీలిరంగుగానో ఉంటుంది.

నీటి రంగును గురించి ఇంత వివరంగా వివరించడానికి కారణం, వెలుతురు సహజ ధర్మాలను సోదాహరణంగా నిరూపించడానికే. ఒక వస్తువు ఏదైనా ఒక రంగును స్పష్టంగా చూపుతున్నప్పటికీ అది దానికి సహజవర్ణం కాకపోవచ్చు. నిజానికి దానికి రంగంటూ ఏమి ఉండకనేపోవచ్చు. ఇందుకు కారణం, దాని ద్వారా ప్రసరించే కాంతివర్ణ పటంలో ఏవో కొన్ని భాగాలను అది హరించివేయడమే. అలాగే నీలాకాశపు వర్ణమూ, సూర్యోదయ సూర్యాస్తమయసమయాలలో ఆకాశమూ, మేఘాలూ ప్రదర్శించే వింత వింత రంగులూ. సౌరకాంతి వర్ణపటలంలో ముఖ్యంగా హ్రస్వతరంగ దైర్ఘ్యంతో సూక్ష్మద్రవ్య శకలాలు, అణువులవల్ల విరజిమ్మబడే కాంతి జల్లు వెలార్చే వింతరంగులకు మంచి నిదర్శనం. ఈ విధంగా విరజిమ్మబడిన కాంతి నీలంగా కనబడుతుంది. అలా విరజిమ్మబడని కాంతి రంగు సౌర కాంతి వర్ణ పటంలోని దీర్ఘతరంగాల ద్వారా ప్రధానంగా వ్యక్తమవుతుంది అందుచేత అది పసుపుగానో, వంగపండు ఛాయగానో లేక ఎరుపుగానో ఉంటుంది. ఇవే సూర్యాస్తమయ సమయంలో మనకు కనబడే రంగులు.

భూమియొక్క వాతావరణంలోని గాలి అణువులవల్లగాని, ధూళి కణాలవల్లగాని, అంతటా అలముకున్న నీటి ఆవిరివల్లగాని విరజిమ్మబడిన వెలుతురు మూలంగానే దిగ్వలయంవరకు కనిపించే సమస్త దృశ్యాలు, ముఖ్యంగా సుమార

ప్రదేశాలు, మనకు ఆ యా విధంగా గోచరిస్తున్నాయి. ఎంతో దూరాన ఉన్న వస్తువునుంచి మన కంటికి చేరే కాంతిలో అధికభాగం ఆ వస్తువు నుండి వచ్చేది కాక దానికీ, మనకీ మధ్యగా వున్న వాతావరణంవల్ల విరజిమ్మబడినది మాత్రమే. మన దృష్టికీ, దృశ్యానికీ మధ్య యిలా కాంతి విరజిమ్మబడకుండా ఉన్నట్టయితే దూరపు వస్తువులు ఎక్కువ స్పష్టంగా కనిపించే అవకాశం వుంది. "నికాల్" కాని, "పోలరాయిడ్"ను గాని తగిన రీతిని కంటిముందుంచుకొని చూచినప్పుడు వెదజల్లబడిన వెలుతురు ప్రమేయం లేకుండా దూరపు వస్తువు చాలా బాగా కనబడుతుంది. ఇందుకు కారణం ఈ రెండు ఉపకరణాలలో వాతావరణంవల్ల విరజిమ్మబడే వెలుతురులో చాలా భాగాన్ని పరిహరించి వేయడమే. కంటిముందమర్చబడిన "పరారుణ" అనబడే గాఢమయిన ఎరుపురంగు అద్దపు పొరను మన కంటికిగాని, కెమెరా కంటికిగాని అమర్చి ఉపయోగించడం వల్ల ఇతోధికమైన సత్ఫలితాలు చేకూరుతాయి. బహుదూరపు దృశ్యాలను ఈ విధంగా సుస్పష్టంగా చూడగలగడం అందరికీ తెలిసిన విషయమే.

హిమానీ నదాలలోను, మంచు చరియలలోను పేరుకుపోయిన బ్రహ్మాండమైన మంచుగడ్డల రంగు చాలావరకు నీటిరంగునే పోలి వుంటుంది. సూర్యకాంతి స్వచ్ఛమైన మంచుగడ్డలోనుంచి ప్రసరించినప్పుడు అది అన్నివైపులకూ చెదరిపోతుందనీ, దాని ప్రసార మార్గం ఆకాశ నీలంలో కనబడుతుందనీ ప్రయోగాత్మకంగా ఋజువైంది. సూర్యకాంతి వర్ణపటంలోని ఎరుపు పసుపు కిరణాలను ప్రత్యేకించి హరించే గుణం స్వచ్ఛమైన నీటికున్నట్టుగానే మంచుకు సైతం బహుశా ఉండి ఉండవచ్చు. రంగులను హరించడం, కాంతిని చెదరగొట్టడం అనే రెండు గుణాల కలయికవల్ల మంచుయొక్క సాంద్రతనుబట్టీ స్వచ్ఛదనాన్నిబట్టీ అది లేత ఆకుపచ్చ లగాయితు ముదురు నీలంవరకూ అనేక రంగులలో కనబడుతూ ఉంటుంది.

6. కాంతి - రంగు - వాటి విచిత్రాలు

మనచుట్టూ ఉన్న పరిసరాలను గురించి, వస్తువులను గురించి తెలుసుకొనడానికై ప్రకృతి మనకు ప్రసాదించిన అద్భుత సాధనాలలో కాంతినీ రంగునీ తెలిపే చక్షురింద్రియ జ్ఞానం మిక్కిలి ముఖ్యమయినది. పగటియందు సూర్యుని నుంచీ, రాత్రియందు నక్షత్రాల నుంచి ప్రసరించే కాంతి ప్రవాహమే మన పరిసరాలను దేదీప్యమానం చేస్తున్నది. ప్రకృతి సిద్ధంగా లభించే వాటి వెలుతురులో తృప్తిపొందక తన తెలివి నుపయోగించి రక రకాలయిన కృత్రిమ దీపాలను సృష్టించుకొని మానవుడు రాత్రిని పగలుగా మార్చుకో జూస్తున్నాడు. కేవలం మనచుట్టూ ఉన్న వస్తువులను గుర్తించడానికై మాత్రమే కాక సూర్యకాంతి ఇతరత్రా మన జీవితంలో ఎంతో ముఖ్య పాత్రను నిర్వహిస్తోంది. దాని ప్రస్తావన ఇంకొకసారి. సృష్ట్యాదినుంచీ సూర్యుని నుండి నిరంతరాయంగా వెలువడుతున్న మహత్తర శక్తిని చూచి సమస్త మానవజాతి భయవిభ్రాంతమై సూర్యోపాసనకు పూనుకున్నదంటే ఆశ్చర్యమేమున్నది? కాగా సౌరశక్తి మూలమేమిటి? అనే ప్రశ్న సహజంగానే విజ్ఞానుల జిజ్ఞాసకు ప్రాతిపదికమైన ప్రధాన సమస్యలలో ఒకటిగా పరిణమించింది.

వర్ణపట దర్శినితో కాంతిని విశ్లేషించడం ద్వారా కాంతి స్వరూప స్వభావాలను అవగాహన చేసుకోడానికి కృషి ప్రారంభమైంది. ఈ వర్ణపటదర్శిని సూర్యకాంతిని పల్లటి నిలువు గీతలతో కూడిన వర్ణపటంగా విశ్లేషించుతుంది. దీనిలో రంగులు అన్నీ అనేక ఛాయాభేదాలతో ఈ చివరనుంచి ఆ చివరకు పూర్తిగా విస్తరించి వుంటాయి. ఒక చివర ఊదారంగుతో ప్రారంభమై రెండో చివరనున్న ఎరుపు రంగుతో అఖరయ్యే సూర్యపటంలో కానవచ్చే ఏడై లేక నూరు వరకు ఉండే వర్ణభేదాలను ఛాయాభేదాలను అనుభవజ్ఞులు అతి సులువుగా గుర్తించగలరు.

తెల్లగా కనబడే కాంతిపుంజం వస్తుతః అనేక రంగులతో కూడినదని వర్ణపటదర్శిని మనకు తెలియపరుస్తోంది. వెలుతురు స్వరూప స్వభావములను స్పష్టముగా నిర్వచించడానికి మనం వర్ణచిత్రంలో నుంచి సాధ్యమైనంత మిక్కిలి సన్నని పేలికను తీసుకోవాలి. ఇది సుమారు ఒక్కటే వర్ణంలో వుంటుంది. కనుక "ఏకవర్ణ కాంతి" అనడం సమంజసం. కొన్ని వాయువులనూ కొన్ని లోహముల తాలూకు ఆవిరులను విద్యుత్ ప్రసారము వలన ఉద్రేకింప చేసినప్పుడు వెలువడే కాంతి ప్రసారంలో వివిధమైన "ఏకవర్ణ కాంతులు" సులువుగా లభ్యమవుతాయి. పెద్ద పట్టణాలలో వీధులకు అలంకారప్రాయంగా ఉండడమే కాకుండా వెన్నెల వెలుగులను విరజిమ్మే పాదరసపు ఆవిరి దీపాల కాంతినీ, సోడియం ఆవిరి దీపాల కాంతినీ వర్ణపట దర్శినితో విశ్లేషించి చూచినప్పుడు స్పష్టమైన ఏకవర్ణపు కాంతి కిరణాలు అంటే వర్ణచిత్రంలో మెరిసిపోతూవుండే సన్నని తేజోరేఖలు స్వల్ప సంఖ్యలో వాటి నుంచి ప్రసారం అవుతున్నట్లు కనిపిస్తుంది.

నభోంతరాళంలో ప్రసరించే ఏకవర్ణకాంతి గమనపథం నిర్ణీతమైన తరంగ దైర్ఘ్యమూ, పౌనః పున్యమూకల చలతరంగంగా వ్యక్తమవుతుందని పెక్కు భౌతిక ప్రయోగాలవల్ల నిర్ణయమైంది. నిర్మలాకాశంలో పయనించే కాంతి వేగం రేడియో ప్రసార కేంద్రాల నుంచి వెలువడే విద్యుదయస్కాంత తరంగాలవేగంతో సమానం మనం కాంతి అని నిర్వచించేది, నిజానికి విద్యుదయస్కాంత ప్రసారమే అనడానికి యిది తగిన నిదర్శనం. అయితే దీని తరంగ దైర్ఘ్యం మన కంటికి కనిపించే కాంతియొక్క వర్ణపటంలో క్రమ క్రమంగా మారిపోతూ వుంటుంది. రేడియో ప్రసారంలో ఉపయోగించే అత్యంత హ్రస్వతమ తరంగాల తరంగ దైర్ఘ్యంలో స్వల్పతమ భాగంలో సమంగా యీ మార్పు జరుగుతూ వుంటుంది. వర్ణచిత్రంలోని వివిధములయిన ఏకవర్ణపు కిరణాలకు తుల్యమయిన విద్యుదయస్కాంత తరంగాల దైర్ఘ్యంలోను, పౌనః పున్యంలోను గల భేదమే రంగుల భౌతిక రూపానికి ఆధారం.

మన కంటికి గోచరించే వర్ణచిత్రాన్ని ఒక చివర వుండే ఎరుపు నుంచి రెండవ చివరను వుండే ఊదారంగు వరకూ పరిశీలించి చూచినప్పుడు వాటి తరంగ దైర్ఘ్యం సుమారు 7,000 నుంచి సుమారు 4,000 'ఆంగ్‌స్ట్రామ్' యూనిట్లవరకు తగ్గినట్లు కనబడుతుంది. 'ఆంగ్‌స్ట్రామ్' యూనిట్ అంటే ఒక సెంటీ మీటరులో పదికోట్ల వంతు. విద్యుదయస్కాంత ప్రసారంతో వ్యక్తమయ్యే అసంఖ్యాక

తరంగశ్రేణిలో మనకంటికి కనిపించే కాంతి ఒక చిన్న పేలిక మాత్రమే అని తెలు
స్తుంది: విద్యుదయస్కాంత వర్ణచిత్రంలో యింత స్వల్పపరిమితి మాత్రమే, కాంతి
రూపంలో మనకెందుకు కనబడుతున్నదనే ప్రశ్న రావడం సహజమే. ఈ ప్రశ్నకు
జవాబు మనకు కాంతినిచ్చే ప్రధాన స్వయం ప్రకాశక మూర్తియైన సూర్యకిరణ
ప్రసారముల పరిశీలనలో లభించవచ్చు ననుకుంటున్నాను. సూర్యకాంతి వర్ణపటం
మన కంటికి కనిపించే భాగానికి ఈ వైపున వున్న దీర్ఘ తరంగాలనూ, ఆ వైపున
వున్న హ్రస్వ తరంగాలను కూడా దాటి ఇరువైపులకూ చాలా దూరం విస్తరించిం
దని సౌర ప్రసారాల స్వభావాన్ని పరీక్షించినప్పుడు తేలింది. కాని భూమి మీది
వాతావరణం సూర్య ప్రసారాన్ని అటూ, యిటూ రెండువైపులా ఆవరించడం
చేతనే సూర్యకాంతి వర్ణచిత్రం యొక్క సమగ్ర స్వరూపం పూర్తిగా మనకు కన
బడకుండా కనిపించినంతమేరకే పరిమితమైపోతోంది. వర్ణచిత్రంలో కానవచ్చే
సౌరశక్తి వ్యాప్తి సూర్యోపరితలపు నిజ ఉష్ణోగ్రతనుబట్టి నిర్ణయమవుతుంది.
ఇది సుమారు 5,500 సెంటీగ్రేడ్ డిగ్రీ లుండవచ్చు. ఇంతే వేడిగా ఉండేది దేని
నుండైనా వెలువడే ఉష్ణప్రసార రేఖల చిత్రాన్ని చూచినప్పుడు, తరంగ
దైర్ఘ్యం తగ్గినకొలదీ రేఖ కొంచెం త్వరగా పైకి సాగుతుందని, ఆ తరంగ
దైర్ఘ్యం సుమారు 5,500 ఆంగ్‌స్ట్రామ్ యూనిట్లకు చేరుకున్నచోట శిఖరాన్ని
చేరుతుందనీ, తరువాత తరంగ దైర్ఘ్యం హ్రస్వమైనకొలదీ రేఖ త్వరగా వాలి
పోతుందనీ తెలుస్తుంది. సమాన శక్తిమంతములైన తేజోమూర్తులనుండి ప్రసార
మయ్యే కాంతి రేఖలను మనకన్ను గ్రహించగల తీరును రేఖను గీస్తే సుమారు
5,500 ఆంగ్‌స్ట్రామ్ యూనిట్ల తరంగ దైర్ఘ్యపు పరిసరాలలోనే మనకు గరిష్ఠ
దృష్టి కలుగుతున్నదని కనిపెట్టగలము. ఈ విధంగా అన్నింటికంటె ఎక్కువగా
గరిష్ఠదృష్టి కలిగే ప్రాంతమూ, సూర్యకాంతి వర్ణచిత్రంలో గరిష్ఠశక్తి కేంద్రీ
కృతమైన ప్రాంతమూ కూడా ఒకటే కావడం కేవలం యాదృచ్ఛికం కాదు. ఒకవేళ
యాదృచ్ఛికమే అయినట్టయితే అది అత్యద్భుత సంఘటన అనే చెప్పాలి. నిజానికి
జీవకోటి సుదీర్ఘ పరిణామంలో సూర్యకాంతి ప్రసారంవల్ల మారుతూ వచ్చిన
సమస్త దృశ్యాలను గ్రహించడానికి వీలుగా మన చక్షురింద్రియం వికసించిందని
భావించడమే సమంజసం. మన కంటిచూపువలన వెలుతురును గ్రహించగల
గడం మాత్రమే కాకుండా, మన పరిసరాల గురించి కూడా చాలా వరకు సరిగానే
గ్రహించగలుగుతున్నాం. మన చుట్టూ వున్న వస్తువు లన్నింటిని వాటి పొడవు,

వెడల్పు, ఎత్తు వగైరా మూడు పరిమాణాలతోసహా సమగ్ర చిత్రాన్ని గ్రహించ గలగడం దూరంగా గాని, దగ్గరగా గాని కావలసినచోట దృష్టిని కేంద్రీకరించ గల గడం మన కంటికి గల విశిష్ట లక్షణాలు. కన్ను వెనుక భాగమందున్న సూక్ష్మ గ్రహణ శక్తిగల అక్షికము (రెటినా) అనబడే తెరమీద ప్రతిబింబాన్ని కేంద్రీక రింప జేయగలిగేటట్టు దృగ్యంత్రంవలె మన కన్ను నిర్మించబడడం వల్లనే దానికి విశిష్టశక్తులు కలుగుతున్నాయి. మనకు కండ్లు రెండుండడం చేత, అవి సృష్టించే అక్షిక ప్రతిబింబాలలో ఈ షడ్భేదము ఉండడచేతా, ప్రతీదీ మూడు పరిమాణాలలో స్పష్టంగా కనబడుతోంది. అయితే మన రెండు కండ్ల అక్షికముల మీదా బాహ్య ప్రపంచం యొక్క ప్రతిబింబాలు కొంచెం తేడాతో వేరువేరుగా పడుతున్నప్పటికీ, అవి రెండూ రెండు విభిన్న దృశ్యాలుగా కాక ఒకటిగానే కనుపించడం. అది ఒకటే అనే నిశ్చితజ్ఞానాన్ని కలిగించడం గురించి ఆలోచించిన కొలదీ అద్భుతంగా ఉంటుంది. అలాగే దూరంగా గాని, దగ్గరగా గాని ఉన్న వస్తువు లేదా వస్తువుల మీద దృష్టిని పూర్తిగా కేంద్రీకరించ గలగడం, వాటి స్వరూపాలను వివరంగా పరిశీలించ గలగడంవంటి అద్భుత లక్షణాలను బట్టి, మన చక్షురింద్రియం ఎప్పటి కప్పుడు అవసరానికి తగినట్లుగా తాత్కాలికంగా, తనంత తానుగా ఎలా మారుతూ ఉంటుందో తెలుసుకోవచ్చు.

మన పరిసరాలలో కానవచ్చే కాంతిలో విస్తారమైన హెచ్చుతగ్గులకు అను కూలంగా సర్దుబాటు చేసుకుని, తదనుగుణంగా ప్రవర్తించ గలగడం మన చక్షు రింద్రియానికి గల అద్భుతమైన గుణాలలో ఒకటి. ఆరుబయట తీక్ష్ణంగా ఉన్న ఎండలో నుంచి మసక వెలుతురు గల ఇంటి లోపలికి ప్రవేశించి నప్పుడు, వెలు తురు పదిలక్షోవంతుకు తగ్గిపోవచ్చు. అయితే అంత ఆకస్మికంగా వెలుతురు తగ్గి పోవడం చేత కంటికి ఒకవేళ బాధ కలిగినా అది క్షణికమైనది మాత్రమే. త్వరలోనే ఆ మసక వెలుతురుకి మన కన్ను అలవాటుపడిపోతుంది. చీకటిలో కొంతసేపు విశ్రాంతి చెందిన తరువాత, మొట్టమొదట కనిపించని వస్తువులు ప్రకాశవంతంగా కనిపిస్తాయి. అన్నీ అనుకూలమైన స్థితిలో మానవ నేత్రాలకుగల సూక్ష్మగ్రహణ శక్తి ఎంతో అద్భుతజనకంగా ఉంటుంది.

మనం ఉండే ఈ ప్రపంచం కేవలం తెలుపు, నలుపు, బూడిద రంగులలో మాత్రం నిండివుంటే ఏమీ ఉత్సాహకరంగా ఉండదు. పరిసరాలను బట్టి మనకు కలిగే ఆనందం రకరకాల రంగులలోని భేదాలను మెచ్చుకోగల మన విచక్షణాశక్తి

వలన ఇనుమడిస్తుంది. సూర్యకాంతి వర్ణచిత్రంలో వివిధభాగాలకు సంబంధించిన తరంగ దైర్ఘ్యంలో కల తేడాలే రంగుకు ఆధారమని ఇదివరకే వివరించాను. అయితే ఈ నిర్వచనం మనలో వాస్తవమైన వర్ణపరిజ్ఞానానికి సంబంధించిన అనుభూతిలో స్వల్పభాగానికి మాత్రమే వర్తిస్తుంది. తరంగ దైర్ఘ్యంలో గల అతి స్వల్పమైన మార్పులు రావడం వలన మన కంటికి విభిన్నమూ, విస్పష్టమూ అయిన వర్ణ విచక్షణాశక్తి ఎలా కలుగుతూందన్నది ఎంతో ఆసక్తిజనకమైన ప్రశ్న. ఈ విధంగా వర్ణవిభేదాలను గుర్తించే శక్తి మన కంటికి ఉండడానికి కారణం మన శరీరంలో దాని నిర్మాణ వైచిత్రి అంటే ఆశ్చర్యం కలుగవచ్చు. నిత్యానుభవంలో వర్ణచిత్రంలోని ఏకవర్ణచ్ఛాయలను గురించి మనం అంతగా పట్టించుకోమనే సంగతిని ఈ సందర్భంలో మనం గమనించవలసివుంది. ఒక వస్తువు అనేక రంగులలో ఉన్నట్టు కనబడినప్పటికీ, వర్ణపట దర్శినితో పరీక్షించినప్పుడు వర్ణచిత్రంలోని అన్నిరంగులూ దానిలో కనపడవచ్చు. దీనికి సరియైన ఉదాహరణ ఆకాశంయొక్క నీలిరంగు. రంగు అనేది చక్షురింద్రియానుభూతి. ఇది మామూలు తెల్లనికాంతి తాలూకు వర్ణపటంలో కానవచ్చే సాంద్రతకూ, మరొక వర్ణపటంలో కానవచ్చే కాంతి సాంద్రతకూ, మధ్య ఉండే తారతమ్యమేనని భావింపబడుతోంది.

రంగు అనేది ఇంద్రియానుభూతి అనే భావంతో పరిశీలించడం ఎంతో ఆసక్తి కరమైన విషయం. పైగా ఇట్టి పరిశీలన ఎంతో ఉపయోగకరమైనదికూడా. రంగుల స్వరూప స్వభావాలకు సంబంధించిన పరిశీలనలో వెల్లడైన అనేక వైజ్ఞానిక సత్యాలకు సరియైన ఉదాహరణలుగా ఈ క్రిందివానిని పేర్కొనవచ్చు. వర్ణచిత్రంలోని ఎరుపురంగుతో ఆకుపచ్చని రంగును కలిపి పసుపురంగును సృష్టించవచ్చు. వర్ణ చిత్రంలోని పసుపురంగు నూరుపాళ్ళకు వర్ణచిత్రంలోని ఊదా రంగు ఒకపాలు వంతున కలిపి తెల్లటి కాంతిని సృష్టించవచ్చు. వర్ణ చిత్రంలోని ప్రధాన వర్ణములైన ఎరుపు, ఆకుపచ్చ, నీలిమ లేత ఊదా రంగులను ఉచిత రీతిని సంపుటీకరించి రక రకాల రంగులు ఎన్నింటినైనా సృష్టించవచ్చు. ప్రమాణములైన, ప్రధాన వర్ణముల తరంగ దైర్ఘ్యములను చాలావరకు మార్చివేయవచ్చు. అవి ఏకవర్ణ కిరణములుగా కాకుండా. వర్ణ చిత్రంలో ఎక్కువ వెడల్పయిన భాగముగానూ ఉండవచ్చు.

భ్రాంతి అనీ, కంటికి అలసట అనీ సాధారణంగా వ్యవహరించబడే దృష్టి విశేషాలగురించి తెలుసుకోకపోతే, కాంతిని గురించీ, రంగులను గురించీ ఎంత చెప్పినా చెప్పవలసిన దంతా పూర్తిగా చెప్పినట్లుకాదు. అనేక రకములైన తేజో మూర్తులను, లేదా రంగు వస్తువులను చూసినప్పుడు మనకు కలిగే చక్షురింద్రియానుభూతికి ఇవి ఎంతగానో తోడ్పడుతాయి. అలాగే రకరకాలైన రంగులను ఒక దాని సరసనే, మరొక దానిని ఉంచి చూచినప్పుడు కనబడే తేడాలు, పొందిక, వైరుధ్యపు విశేషాలను నిర్ణయించడంలోనూ, సుందర వస్తు సందర్శనానుభూతిని కలిగించడంలోనూ కూడా ఇవి ఎంతో తోడ్పడుతాయి.

సహజమైన దృష్టిగలవారు రంగు భేదములను స్పష్టంగా గుర్తించగలరు. కాని కొందరు దురదృష్టవంతులు అట్టి వర్ణ విచక్షణాశక్తిని కోల్పోతారు. అది రంగులను చూడలేని, చూసినా గుర్తించలేని గుడ్డితనం. ఈ విధంగా రంగులను గుర్తించలేకపోవడం కొన్ని విధములైన ఉద్యోగములలో చాలా ప్రమాదకరం కూడాను. కనుకనే ఈ వ్యాధిని గురించి బహుశ్రద్ధగా పరిశీలన జరుగుతూ ఉంది. ఇట్టి పరిశీలనవల్ల మామూలు కంటికి రంగులు ఎందుకు కనబడతాయి అన్న విషయాన్ని గురించి కూడా అనేక ముఖ్య విశేషాలు వెల్లడికాగలవు.

వెలుతురు పడటంవలన కంటిలో కలిగే మార్పులగురించి విపుల పరిశోధనలు ఇటీవల కొన్ని సంవత్సరాలుగా జరుగుతున్నాయి. అందువల్ల వెల్లడైన వైజ్ఞానిక సత్యాలన్నింటినీ క్రోడీకరించి చాక్షుషశాస్త్ర సిద్ధాంతములను రూపొందించటానికి సైతం తగు ప్రయత్నాలు జరుగుతున్నాయి. మన కంటిలో 'రెటీనా' అనబడే తెరను గురించీ, ఇంతవరకూ తెలిసిన వైజ్ఞానిక సత్యాలమీదనూ తమ మీద పడే వెలుతురును హరించడం ద్వారా తాత్కాలికమైన రసాయనిక మార్పులకు గురి అయ్యే రంగు ద్రవ్యములు కొన్ని ఈ తెరలో కలవన్న ఊహకు ఆధారమైన ఇతర వైజ్ఞానిక సత్యాలమీదనూ ఈ చాషశాస్త్ర సిద్ధాంతాలు ఎక్కువగా ఆధారపడి ఉన్నాయి. ఉత్తమశ్రేణికి చెందిన జంతువుల కన్నులలోని అక్షికములలో ఉండే నరముల కడ్డీలనుంచి 'విజువల్ పర్పుల్' అనబడే రంగును వేరుచేయవచ్చునని, ఆ రంగు ద్రావణం తీక్షణ కాంతి ప్రసారంవల్ల తెల్లబడిపోతుందని ప్రయోగాత్మకంగా ఋజువైంది. దాని ఆధారంగా శారీరక తేజశ్శాస్త్ర విభాగంలో కొన్ని కొత్త సిద్ధాంతాలు ప్రతిపాదించబడ్డాయి.

7. కాంతి, రంగు - శాస్త్రమూ, పరిశ్రమ

వేకువనే నిద్రనుండిలేచి, పగలల్లా పనిచేసి చీకటి పడువేళకు చెట్టుకొమ్మలను చేరి నిద్రించే పక్షులలాగా ఇల్లు చేరడం, మనం దినచర్యను దివ్యంగా ఏర్పాటు చేసుకునే విధానం అయితే కావచ్చు కాని, ఇట్టి జీవిత విధానాన్నే నిత్యం అవలంబించేటట్టు ఎంతటి గుండె ధైర్యం కల నియంత అయినా శాసించడానికి సాహసించగలడా అని నా సందేహం. నిర్మలమైన సూర్యరశ్మి పగలు పన్నెండు గంటలూ పుష్కలంగా లభించే ఉష్ణమండల ప్రదేశములలో నివసించే వారికి ఇట్టి జీవిత క్రమం ఒకవేళ సరిపడితే సరిపోవచ్చునేమో, కాని ఉత్తర దేశంలో దీన్ని అనుసరించడం ఎంతమాత్రం సాధ్యకాదు. ఇంక ధ్రువమండలముల మాట సరే సరి. అక్కడ పూర్తి అరుమాసాలపాటు సూర్యుడు అసలే కనిపించడు. కాని ధ్రువ కాంతులు మాత్రం ఆ భూభాగాలను ఎడతెగని చీకటి నుంచి రక్షిస్తూ ఉంటాయి. మానవుడు మంచికో, చెడ్డకో ఎందుకైతేనేమి తాను పనిచేసే కాలం పొడిగించుకొనడానికై తనకు చేతనైన రీతిగా కాంతివంతమైన దీపాలను నిర్మించుకుంటున్నాడు. ఇట్టి కృతక దీపాలలో అతి పురాతనమైనవి మంటలూ, కాగడాలునూను. వెలుతురుతోపాటు లభించే వేడిమి శీతల ప్రాంతాలలో మిక్కిలి సమపాయంగా ఉండడం సహజమే. నిజానికి ఆర్యుల మత చిహ్నమైన అగ్ని పూజ మంచుమయమైన ఉత్తర సీమలలో ఆర్యుల పూర్వులు నివసించిన నాటిదని భావన.

యుగ యుగాలుగా కృతకంగా దీపాలను నిర్మించే కృషిలో మానవులు ఎలా కృతకృత్యులవుతూ వచ్చారో చెప్పాలంటే చాలా చెప్పవచ్చు. కమనీయమైన కంచు సెమ్మలలో అందంగా వెలిగే ఆముదపు దీపాలు మన కందరకూ తెలిసినవే. అయితే అవి ఇప్పుడు వాడుకలో లేకుండా ఏదో మూలను పడి వున్నాయనుకోండి. అది వేరే విషయం. ఆ పాత పద్ధతులు అన్నీ ఇప్పుడు పోయాయి.

వాటి స్థానే ఎన్నో రకరకాల కొత్తవన్నీ వాడుకలోకి వచ్చాయి. కిరసనాయిలు దీపాలు, గ్యాస్‌లైట్లు, బొగ్గుతీగ విద్యుద్దీపాలు; లోహపు తీగ విద్యుద్దీపాలు, వాయువుతో నిండిన విద్యుద్దీపాలు, తక్కువ ఒత్తిడి పాదరసపు ఆర్కుదీపాలు, ఎక్కువ ఒత్తిడి పాదరసపు ఆర్కుదీపాలు, నియాన్ దీపాలు, సోడియమ్ దీపాలు వగైరా అన్నీ ఈ కోవకు చెందినవే.

దీపం ఉపయోగం గురించి ఆలోచించేటప్పుడు అనేక విషయాలను గమనించవలసి ఉంది. మన దుస్తులూ, ముఖవర్చస్సూ, దేహచ్ఛాయ పగటి వెలుతురులో ఒక విధంగానూ, కృత్రిమ దీపకాంతులలో మరొక విధంగానూ చాలా తేడాగా కనిపిస్తాయి. అయితే ఇందువల్ల కొంత లాభం లేకపోలేదని స్త్రీల కందరికూ తెలిసిన విషయమే; ఆ సంగతిని వారెప్పుడూ మరచిపోరుకూడా. కేవలం ఉపయోగాన్నిబట్టిచూస్తే అన్ని విధాలా పగటి వెలుతురును పోలిఉండే కాంతిని ఇచ్చే కృత్రిమ దీపం చాలా ప్రశస్తమైంది. అలాగే కంటికి హాయిగా ఉండాలంటే కృత్రిమ దీపకాంతి పగటి వెలుతురువలెనే బాగా చెదిరిపోయినట్లు ఉండడం మిక్కిలి అవసరం. కడు తీక్షణమైన దీపకాంతి విశేషంగా కేంద్రీకరింపబడి ఉన్న గదిలోకి ప్రవేశించినపుడు కండ్లు మిరుమిట్లు కమ్మి చాలా బాధపడతాయి. నిజానికి ఆ బాధకంటె ఎక్కువైన బాధ మరొకటిలేదు. దీపాలచుట్టూ గోళాకారపు ఆచ్ఛాదనలు, వెలుతురును చెదరగొట్టడానికి అమర్చుకునే అన్ని రకాల ఆచ్ఛాదనలూ కంటికి ఇట్టి బాధలేకుండా కనీసం పగటి వెలుతురంత సుఖంగానైనా ఉండేటట్లు చేయడానికై ఉద్దేశించబడ్డాయి. జాగ్రత్తగా ఆలోచించి తగు మాత్రంగా రంగును కృతక దీపాలలో చేర్చడంవల్ల-అలా చేర్చవచ్చుకూడా-సుందరదృశ్యాలెన్నింటినో సృష్టించవచ్చు.

పురాతన పద్ధతుల ప్రకారం వెలుతురుతోబాటు వేడి కూడా లభిస్తుందని లోగడనే మనవి చేశాను. కాని ఇందులో వ్యర్థమైపోయేదే ఎక్కువ. ఒక వస్తువుయొక్క ఉష్ణోగ్రత బాగా పెరిగినప్పుడు అది కాంతివంతమై వెలుగును విరజిమ్ముతుంది. ఉష్ణోగ్రతతో బాటుగానే కాంతి కూడా ఎక్కువవుతుంది. వేడికూడా ఎక్కువగానే ఉత్పత్తి అవుతుంది. కాని ఉష్ణోగ్రత పెరిగినకొలదీ వెలుతురుకీ, వేడికీ మధ్య నిష్పత్తికూడా పెరుగుతుంది. తేజోమూర్తినుండి ప్రసారమయ్యే యావత్తు శక్తి కనబడే వర్ణచిత్రపు కిరణాలలోనే కేంద్రీకృతమయ్యే దీపమే ఆదర్శప్రాయమైన దీపం. ఇందులో అనవసరంగా వేడిమి రూపంలో శక్తి

అసలేమీ వ్యర్థంకాదు. అసలు వేడి ఏమీలేకుండా పూర్తిగా వెలుతురును మాత్రమే ప్రసారం చేస్తుందని చెప్పబడే మిణుగురు పురుగును పోలినట్టి దీపం ఆదర్శ ప్రాయమైనదిగా నిర్వచించబడింది. స్వయం ప్రకాశములై తమ సహజ కాంతితో పరిసరములను సైతం వెలిగించే రకరకాల జీవులు చాలా ఉన్నాయి. అనగా సముద్రములయొక్క, మహా సముద్రములయొక్క అడుగున జీవజ్యోతులు అనబడే జల జంతువులు ఎన్నో నివసిస్తున్నాయి. ఈ జీవజ్యోతుల వర్గానికి చెందిన జంతువులు అట్టి కాంతిని ఎలా ప్రసారం చేస్తున్నాయి అనే విషయాన్ని గురించి ఇటీవల కొలది సంవత్సరాలుగా విపుల పరిశోధన జరుగుతోంది. సముద్ర గర్భంలో నివసించే స్వయం ప్రకాశకమైన జీవజ్యోతుల వర్గానికి చెందిన చేప లను అనుకరించి రసాయినిక విధానాలతో ఒక కృతక దీపాన్ని వైజ్ఞానికులు సృష్టించగలరనడంలో సందేహం లేదు. ఏమంటే, వేడి లేకుండా వెలుతురును మాత్రమే ఇవ్వగలిగిన యౌగికాలు ఇప్పుడు అందుబాటులో లేకపోలేదు. మనకు తెలిసినంతవరకు ఆదర్శ దీపం అన్న నిర్వచనానికి సరిపడగల ఉదా హరణ స్వయం ప్రకాశకత్వం (ల్యూమినిసెన్స్) లక్షణంలో లభిస్తుంది. "జిప్సమ్"ను భస్మం చేసినప్పుడు చీకట్లో ప్రకాశించే చిత్రమైన గుణంగల పదార్థంగా మారుతుందని 'బొలోనా'లో గొడారి పని వాకొకడు కనిపెట్టాడు. వైజ్ఞానిక విశేషంగా భావించి దాని స్వరూప స్వభావాలను తెలుసుకోవాలనే కోరికతో ఎన్నో పరిశోధనలను ఎంతమందో సాగించారు. ల్యూమిని సెన్స్ అనే స్వయం ప్రకాశక లక్షణాన్ని గురించీ దానిని కృతకంగా సృష్టించే విధానాలను గురించీ ఎన్నో విషయాలు ఈ పరిశీలనవలన మనకు అందుబాటులోకి వచ్చాయి కేవలం వేడిచేయడం వల్లనే ఒక వస్తువునుంచి వెలువడే కాంతికంటె దాని వర్ణ చిత్రపు నిర్ణీత శ్రేణిలో ఎక్కువ కాంతిని ప్రసారం చేయగల దానిని 'ల్యూమిని సెంట్' అంటారు. ఈ ల్యూమిని సెన్స్ అనే లక్షణం అనేక విధాలుగా వ్యక్తం కావచ్చు. అతి నీల లోహిత కాంతి ప్రసారంద్వారా దీనిని వ్యక్తం చేయడం బాగా వాడు కలో ఉన్న విధానం. నీల వజ్రాలను అదృశ్యమైన అతి నీలలోహితకాంతిలో ఉంచినప్పుడు అవి మెరుస్తూ కనిపించడం ఇందుకు ఒక మంచి ఉదాహరణ. ఇలాంటి వజ్రం నా దగ్గర ఒకటుంది. చీకటి గదిలో దానిపై అదృశ్యమైన అతి నీలలోహిత కాంతిని ప్రసరించినప్పుడు దానినుంచి ప్రసారమయ్యే వెలుగులో వార్తా పత్రికను దానికి దగ్గరగా ఉంచి చక్కగా చదువుకోవచ్చు.

తగు జాగ్రత్తగా ఎంచిన వస్తువులు పెక్కింటిని మెరిసేటట్లు చేయడానికి ఇతర మార్గాలుకూడా చాలా ఉన్నాయి. ఎలెక్ట్రానుల ప్రవాహముచేత, లేదా కెథోడ్ కిరణాలచేత తాడించడం ఒక పద్ధతి. అలాగే ఎక్స్ కిరణాల ప్రభావం వల్ల అనేక ద్రవ్యాలలో ఇలాంటి గుణమే కలుగుతుంది. రేడియో ధార్మికశక్తిగల ద్రవ్యాలనుంచి ప్రసారమయ్యే కిరణాలతో తాడించినప్పుడు కూడా కొన్ని రకాల ఘన పదార్థాలలో ల్యూమినిసెన్స్ ప్రేరేపింపబడి అవి మెరుస్తాయి. ఇలాంటి వాటికి మంచి ఉదాహరణ యశద గంధకిదం (జింక్ సల్ఫైడ్). స్థూలంగా చూచినప్పుడు ల్యూమినిసెన్స్‌లో రెండు రకాలున్నట్లు ద్యోతక మవుతుంది. అందులో మొదటిది ప్రేరేపణ జరుగుతున్నంతసేపు కాంతి ప్రసార మవుతూండడం. దీన్ని 'ఫ్లూరసెన్స్' అంటారు. ఇక భాస్వరద్యుతి (ఫాస్ఫారిసెన్స్) అనబడే రెండవ రకం. ఇది ప్రేరేపణ ఆగిన తరువాత ఉండే ప్రసారం. దీని వల్ల ప్రేరేపణ పొందిన వస్తువు చీకట్లో కొంతసేపు ప్రకాశిస్తుంది. ప్రేరేపణ జరిగిన కాలంలో కూడబెట్టుకున్నశక్తిని అప్పుడు నెమ్మదినెమ్మదిగా వదలి పెడుతుంది. కొంతకాలం అయిన తరువాత భాస్వరద్యుతినిచ్చే ప్రతి వస్తువూకూడా తిరిగి ప్రేరేపింపబడితే తప్ప ప్రకాశించడం మానివేస్తుంది.

గతించిన ఒకటి రెండు దశాబ్దాలలో ల్యూమినిసెన్స్‌యొక్క ఉపయోగం బహుముఖాల, బహువిధాల విస్తరించింది. వీటిలో ముఖ్యంగా చెప్పదగింది ఫ్లూరసెంట్ దీపాల అభివృద్ధి. ఇవి ప్రధానంగా విద్యుత్ప్రవాహ భరితమైన గాజుగొట్టాలు. ఈ గొట్టాల లోపలి భాగం అంతా పారదర్శకమైన 'ల్యూమినిసెంట్' పదార్థం పల్చగా పూయబడి వుంటుంది. ఈ విద్యుత్ప్రవాహంవల్ల ఉద్భవించే అదృశ్యమైన అతి నీలలోహిత కాంతిని ఈ పూత దృశ్యమానమైన వెలుతురుగా మారుస్తుంది. ప్రస్తుతం ఇలాంటి దీపాలు చాలాచోట్ల వాడుకలో ఉన్నాయి. ఈ దీపాల విషయంలో కొన్ని లోటుపాట్లువున్నా అద్భుతంగా పని చేసేవి కాబట్టి, ముందు ముందు దీపాలంకార విన్యాసాలలో ఇవి ఇతోధికంగా ఉపయోగపడగలవు.

కెథోడ్ కిరణ ప్రసారంవలనగాని, ఎలెక్ట్రాన్ల ప్రవాహంవలన తాకిడి జరిపినప్పుడు ప్రేరేపింపబడిన 'ల్యూమినిసెన్స్'కు ప్రత్యేకోపయోగా లెన్నో ఉన్నాయి. ఇందుకు మంచి ఉదాహరణ టెలివిజన్ రిసీవర్. ఎలెక్ట్రాన్ సూక్ష్మ దర్శిని మున్నగు వైజ్ఞానిక పరికరాలలో విశేషంగా ఉపయోగపడే 'కెథోడ్ రే

ఆసిలో గ్రాఫ్.' ఈ వైజ్ఞానిక పరికరాలలో ఉండే మెరిసే తెరలు రాను రాను మరింత సున్నితంగా, సమర్థంగా, ప్రయోజనకరంగా ఉండేటట్టు తీర్చిదిద్దబడు తున్నాయి. టెలివిజన్ వ్యాప్తి వృద్ధి అయినకొలదీ వాటిల్లో ఇతోధికమైన అభి వృద్ధి ముున్ముందు తప్పక ఉంటుంది. "ల్యూమినిసెన్స్ పెయింట్స్" అనబడే చీకటిలో మెరిసే రంగుల ఉపయోగాలు అనేకం. వీటిల్లో ఫ్లూరసెన్సెంట్ అనీ, ఫాస్ఫరెసెన్సెంట్ అనీ రెండు రకాలున్నాయి. తలుపులమీదా, మెట్లదగ్గరా, ప్రమా దకరమైన మలుపు లున్నచోట్లా చీకటిలో. ప్రయాణీకులను హెచ్చరించడానికి గాను చీకటిలో చక్కగా మెరిసే ఈ ఫాస్ఫరెసెన్సెంట్' రంగులతో చిహ్నాలను తయారుచేసి అమర్చుతారు. ఇట్టి రంగులను వాడడంవల్ల- వాటి పరిసరాలలో అన వసరంగా దీపాలను వెలిగించి పెట్టవలసిన శ్రమ లేకుండాపోతుంది.

ఈ విధంగా చీకటిలో మెరిసేటట్టు ప్రేరేపింప వీలైన శుద్ధ రసాయన ద్రవ్యాలు కొన్ని లేకపోలేదు. అయితే అపరిశుద్ధమైన, అన్య ద్రవ్యాలు కలిసిన యౌగికాలు కూడా చాలా ఉన్నాయి. ఇలాంటివాటిలో మెరిసే గుణం అందులో చేరిన అన్యద్రవ్యం నిష్పత్తినిబట్టి మారుతూ ఉంటుంది. కొన్ని కొన్నింటిలో ఈ అన్యద్రవ్యాలు లవలేశంగా ఉన్నప్పటికీ, చీకటిలో మెరిసే గుణం ఎక్కువ గానే ఉంటుంది. ఇందుకు మంచి ఉదాహరణ ఎర్రగా మెరిసే కెంపు. ఇందుకు కారణం కెంపులో ముఖ్యంగా ఉండే స్ఫటిక స్వభావం కల 'ఎల్యూమినా'లో చేరిన అపరిశుద్ధ అన్యద్రవ్యం 'క్రోమిక్ ఆక్సైడ్' మాత్రమే. మూలద్రవ్యంతో కలిసిన అపరిశుద్ధ అన్యద్రవ్యం లేదా, అన్యద్రవ్యాల స్వభావాన్నీ, పరిమితినీ తగు విధంగా మార్చడం చేతనూ, ఈ మెరిసే గుణంయొక్క రంగునీ, తీవ్ర తనూ, ప్రమాణాన్నీ, పరిమాణాన్నీ, ప్రేరేపణనూ నిలిపివేసిన తరువాత ప్రసార పరిమితినికూడా పూర్తిగా మార్చవచ్చును. మూలద్రవ్యంలో అపరిశుద్ధమైన అన్య ద్రవ్యంగా నికెల్ లోహం లవలేశంగా కలిసినప్పటికీ 'ఫ్లూరసెన్స్'లో ఏమీ మార్పు లేకుండానే భాస్వరద్యుతి మాత్రం పూర్తిగా నశించిపోతుందని వైజ్ఞాని కులు కనుగొనగలగడం అత్యాశ్చర్యకరం. ఇది బహుళ ప్రయోజనకారి అయిన విశేషం: ఒక ఉదాహరణ: టెలివిజన్ రిసీవర్లు సమర్థంగా పనిచేయాలంటే, కెథోడ్ కిరణప్రవాహంచే మర్దించబడే సమయంలో 'భాస్వరద్యుతి' లేకుండా తీక్షణమైన 'ఫ్లూరెసెన్స్' మాత్రమే ఉండడం అవసరం. కేవలం వైజ్ఞానిక దృష్టితో మాత్రమే సాగించిన పరిశోధనలు అందరికీ అనేక విధాల ఎలా ఉప

యోగపడతాయో వివరించి చెప్పడానికి ఈ 'ల్యూమినెసెన్సు'ను గురించి జరిగిన పరిశోధనలు మంచి ఉదాహరణలు.

దీపాల ఏర్పాటుకు, ఇతర సదుపాయాలకు వలెనే డబ్బు చాలా ఖర్చు చేయవలసి వుంటుంది. అందుచేత ఈ దీపాలను కావలసినచోట్ల కావలసినంత వరకు మాత్రమే అమర్చుకోవడం అవసరం. అయా అవసరాలకు తగినట్లుగా ఎంత కాంతి కావాలి అన్న విషయాన్ని ముఖ్యంగా ముందు తేల్చుకోవాలి. ఈ సందర్భంలో ఇందుకు సంబంధించిన భౌతిక, శారీరక సమస్యలన్నింటిని గురించి కూడా ఆలోచించవలసి వుంది. ఇందుకై కాంతి గుణాన్నీ, రాసినీ, త్వరితగతిని కొలిచి ఖచ్చితంగా చెప్పగలిగిన సున్నితమైన తేలిక పరికరాలెన్నో నిర్మించబడ్డాయి. వీటిని ఒక చోటినుంచి మరొకచోటికి సులభంగా చేరవేయవచ్చు కూడా. ఇలాంటి పరికరాలలో ముఖ్యమైనది ఫోటోమీటర్. ఇది బేటరీ అక్కరలేకుండా పని చేస్తుంది. దీనిలో కొంతవరకు విద్యుద్వాహక శక్తిగల 'సెలీనియం' తామ్ర అసృజనిదములను అమర్చుతారు. కాంతి వాటిమీద పడగానే అవి సంపూర్ణ విద్యుద్వాహకములుగా మారి, విద్యుత్ప్రవాహం ఏర్పడుతుంది. ఇందుకు కావలసినవి 'ఫోటోసెల్' ఒకటి. ఎంతో సున్నితమైన, అతి స్వల్ప విద్యుత్ప్రవాహాల ఉనికిని సైతం గ్రహించి చూపగల విద్యున్మాపకం ఒకటిని. ఈ రెండింటినీ జతపరచి సులువుగా వాడుకోడానికి వీలైన యంత్రం ఒక దానిని నిర్మించుకోవచ్చు.

రంగుయొక్క గుణాన్నీ, రాశినీ ఖచ్చితంగా నిర్ణయించడమనేది 'ఫోటోమిట్రీ' (కాంతిని కొలవడం) కంటె ఎంతమాత్రం తక్కువ ఉపయోగం కలది కాదు. రంగులలోని ఛాయా భేదాలను, వాటిలోని సాంద్రతా భేదాలను వేరుపరచడంలో సుశిక్షితులైన వారు ప్రదర్శించే నేర్పు, వివేకమూ ఇంచుమించుగా స్వరముల యొక్క గుణభేదములను సున్నితమైన స్థాయీ భేదములను ఖచ్చితముగా గుర్తుపట్టే సుశిక్షితుడైన సంగీత విద్వాంసునికి వుండే నేర్పు, సామర్థ్యముల వంటివే కావడం నిజంగా ఆశ్చర్యకరం. సంగీత విషయంలో కూడా మన ఇంద్రియానుభూతిని అందుకు కారణమైన మూలద్రవ్యాలుగా విశ్లేషించవచ్చు. ఈ సందర్భంలో తన సహజ దృష్టితో వర్ణఛాయా భేదాలను సులభంగా వివక్ష చేయగల సుశిక్షితుడైన నిపుణుని నిశిత ప్రజ్ఞతో దీటు రాగలిగినంతటి శక్తిమంతమూ, సున్నితమూ అయిన దృగ్యంత్రాలు, పరికరాలు ఎన్నో నిర్మించబడ్డాయి.

8. పల్లెటి పట్టులు - భౌతిక విజ్ఞానం

మన్ను

సమస్తమైన వ్యవసాయానికీ, దానిని బట్టి యావత్తు మానవ నాగరికతకూ మన భూమిమీది మన్ను ఆధారమై వుంది. నేల స్వభావమునూ, దాని గుణములనూ, సాగుచేయడానికి వుపయోగించే పద్ధతులనూ శాస్త్రీయంగా పరిశోధించడం చాలా ముఖ్యం.

భౌతికంగానూ, రసాయనికంగానూ ఎంతో క్లిష్టమైన నిర్మాణం నేలది. అనేక విధాలుగా మారుతూ వుండే స్వభావం దానిది. దాని ఉత్పత్తిని గురించి, ప్రకృతి సిద్ధంగానూ, మానవ కృషి ఫలితంగానూ నేలలో కలిగిన విపరీతమైన మార్పులను గురించి, ఆలోచించినప్పుడు దాని స్వభావము క్లిష్టమూ, పరిణామశీలమూ అయివుండడంలో ఆశ్చర్యం ఏమి కలగదు. మన్నుదానికి వీలైన మామూలు మట్టిలో రకరకాలైన ఎన్నో ఖనిజములు చాలావరకు కలిసిపోయి ఉంటాయి. ఈ ఖనిజపు తునకలు అనేక రకాలుగా, అనేక పరిమాణాలలో వుంటాయి. పెద్ద పెద్ద రాళ్ళు మొదలుకొని శక్తివంతమైన సూక్ష్మదర్శినిలో సైతం కనబడనంతటి, చిన్న కణము వరకు అందులో చేరి వుంటాయి. కొంత నిర్ణీత ఘనపరిమాణముగల భూమిలో ఉండే ఖనిజ శకలముల సంఖ్య, వాని బరువుతో పోల్చి చూచినప్పుడు సాధారణంగా చాలా ఎక్కువగానే వుంటుంది. దానిలో చేరి ఉండే ఖనిజం వగైరాల నిష్పత్తిని బట్టే నేల గుణము మారుతూ ఉంటుంది. అందుచేతనే నేలను గురించి శాస్త్రీయంగా జరిపే పరిశీలనలో భూసార విశ్లేషణకు విశేష ప్రాధాన్యం వుంటుంది. అనగా మంటిలో ఉండే ఆయా ద్రవ్యాల పరిమాణ భేదములనుబట్టి భూసారాన్ని వర్గీకరించడం, ప్రతి వర్గంలోను ఉన్న నానా విధానేక ద్రవ్యాణువులకు బరువులోనూ, సంఖ్యలోనూ గల తారతమ్యమును అంచనా కట్టడమూ. ఈ భూసార పరిశోధనలో ప్రధానాంశాలు. ఇందుకని స్తంభాకారంలో వుండే

గుండ్రని పొడుగాటి గాజుపాత్రలో నీరుపోసి, పరీక్షించవలసిన మట్టిని వేసి బాగా కలియబెట్టుతారు. అలా కలియబెట్టినదానిని కొంతసేపు ఉంచుతారు. ఆ సమయంలో దానిలో వివిధ పరిమాణములలో చేరిఉన్న ఖనిజాలు నీటి అడుగుకు త్వరత్వరగా చేరుకుంటాయి. ఇవి ఇలా ఎంత వేగంగా దిగిపోతాయో దానిని బట్టి ఘనసారాన్ని నిర్ధరిస్తూ ఉంటారు. ఒకదానికంటే ఒకటి తక్కువగా ఉండే పరిమాణక్రమంలో ఏర్పాటయ్యే ఖనిజదేశాల వర్గీకరణను సూచించడానికై సన్న కంకర, ముతక ఇసుక, సన్నఇసుక, బురద, బంకమన్ను అనే వివరణ గల పేర్లను ఉపయోగిస్తాం. వీని పరిమాణంలో అసంఖ్యాకమైన భేదాలు ఉంటాయి. వాటన్నింటినీ మనం సంవర్గమానంలో వీలుగా చిత్రించి చూపవచ్చు.

తడి నిలుపుకోలేని భూమి ఎందుకూ పనికిరాదనడం నిస్సంశయం. అందు చేత నేలలో ఉన్న తడిని గురించీ, దానిలోని ద్రవముల పాళ్ళను గురించీ ప్రవాహ సరళిని గురించీ పరిశీలన చాలా ముఖ్యం. నేలలో వుండే నీరు సూక్ష్మ నాళంలోని నీటిమట్టం వలె గొట్టపు సన్నం ఎక్కువైన కొలదీ మరెంత పైకి లేస్తుందని లోగడ భావిస్తూ వుండేవారు. ఇట్టే ఆరిపోయే నేలలకూ, ముతక కంకర నేలలకూ, ఇసుక నేలలకూ ఎప్పుడూ తడిగా వుండే బంకమన్ను నేలలకూ, సన్న కంకర నేలలకూ ఉండే ముఖ్యమైన భేదాలను ఇందువల్ల సులువుగా ఋజువు చేయవచ్చునని కూడా విశ్వసించేవారు. అయితే ఇంతవరకు మనకు తెలియ వచ్చిన విధంగా నేల స్వభావాన్ని, పైన చెప్పిన సూక్ష్మనాళ సామ్యపు సిద్ధాంతం సహేతుకంగా వివరించలేక పోతున్నదని, ఎంతో జాగ్రత్తగా చేసిన భూసార పరిశోధనలవల్ల తేలింది. నిజానికి మన్నులో సన్నటి రంధ్రాలు అరలు అరలుగా ఉంటాయి. ఈ అరలు వస్తుతః కొద్దిగా పెద్దవిగా ఖాళీగా ఉంటూ రెండవ అరల్లోని సన్నటి కంత ద్వారా కలిసిపోతుంటాయి. నీరు అరలన్నింటిలోనూ, వాని మధ్య ఉన్న సన్నటి కంతలలోను పూర్తిగా వ్యాపించినప్పుడు జలోపరితలం చాలవరకు కుంచించుకుపోతుంది. ఒకదాని సరసనే మరొకటిగా ఉండే సూక్ష్మరేణువుల మధ్య ఖాళీల రూపురేఖలలో ఉండే తేడాలవల్ల నేలలోని నీటి హెచ్చుదలలో ఎన్నో ముఖ్యమైన మార్పులు కలుగుతూ ఉంటాయి. ద్రవముల ఒత్తిడిలో కలిగే స్వల్ప భేదాల వల్ల వెడల్పుగా ఉండే అరలలోనికి ద్రవం త్వరత్వరగా ప్రవహించు తుందనీ, ఇరుకు మూతలుండే వాటిలోనికి ప్రవహించాలంటే మాత్రం హెచ్చు ఒత్తిడి కావలసి ఉంటుందనీ ఇదివరకే ఋజువైంది. ఇందుచేతనే సన్నని మూతి

లోంచి వెడల్పైన దానిలోనికి నీరు చాలా వేగంగా ప్రవహించుతుంది. కాని వెడల్పు దానిలో నుంచి ఇరుకు దానిలోనికి ద్రవం అంత త్వరగా ప్రవహించదు. కొన్ని కొన్ని సందర్భాలలో అసలు ప్రవహించనే ప్రవహించదు. ఇలా ప్రవహించక పోవడానికి కారణం జలోపరితలపు వంపులో కలిగే స్వల్పమైన మార్పు మాత్రమే.

ఇట్టి సందర్భాలలో మన్నులో సన్నటి రంధ్రాలలో నీరు నిండడంలోనూ, అవి తిరిగి ఖాళీకావడంలోనూ అద్భుత లక్షణాలు కొన్ని వ్యక్తమవుతున్నాయి. ఆయా సందర్భాలలో ఈ నీటి పొరుచల ఏకధారగా కాకుండా గెంతుతూపోతుంది, మన్ను లోపలి తేమ హెచ్చు తగ్గులనుబట్టి నేల స్వభావం మారుతూ వుంటుంది. ఇలాంటి పరిస్థితులలో ప్రవాహంలో సంభవించే మార్పులను చిన్న చిన్న గాజు గోళముల గుంపుతోగాని ఇసుక రేణువులతోగాని జరిపే ప్రయోగముల ద్వారా సులభంగా చూపించవచ్చు. ఇందువల్ల మరొక ముఖ్యమైన ఉపయోగమేమంటే మంటిలో తేమను హెచ్చించడానికైనా, లేదా తగ్గించడానికైనా జరిగే ప్రయత్నాలనూ ఎక్కువ మార్పులనూ నేలలోని నీరు ప్రతిఘటించుతుంది. తేమ ఎక్కువగా ఉన్నచోటనుండి తక్కువగా ఉన్న చోటుకు సన్నటి రంధ్రముల గుండా ప్రవహించి పోవడానికి బదులు లోపలి ఖాళీలలో వ్యాప్తిని మార్చడంద్వారా స్వభావసిద్ధంగా, ఆ నేలకు గల నీటిని పీల్చుకోబడుతుంది.

వ్రేళ్ళద్వారా మొక్కలకు అందే నీటికీ, ఈ స్థితికీ గల సంబంధం స్పష్టంగా తెలుస్తూనే ఉంది. వ్రేళ్ళు నేలలోని తేమ నంతనీ పీల్చివేయడంచేత పొడారిపోతుందన్న వాదానికి జవాబు ఎక్కువ తడిగా ఉన్నచోట్లనుండి పొడి స్థలానికి నీరు వచ్చి చేరుతుందన్న సూక్ష్మనాళ సిద్ధాంతంలో లభించింది. అనగా మొక్కల వ్రేళ్ళవద్దకు నీరు తనంత తానుగానే చేరుతుంది అని దీని భావం. అయితే అసలు జరిగేది ఇందుకు కేవలం భిన్నమైంది. నిజానికి మొక్కల వ్రేళ్ళు నీటిని అన్వేషిస్తూ అన్ని వైపులకూ విస్తరించుతాయి అన్న సంగతి మన కందరికి బాగా తెలుసు. ఇందలి నిజా నిజాలను గురించి, బలంగా పెరిగే మొక్కల వ్రేళ్ళు ఎంతో దూరం సువిశాల ప్రాంతం అంతటా ఎలా వ్యాపించి అలుముకుంటాయో చూసినవారికే నమ్మకం కుదురుతుంది. నేలకు దానిలోని తేమకూ గల సంబంధాలను గురించి సరిగా తెలుసుకోవటం వల్లనే పదునులో ఉన్న నేల మీద అదనులో

కురిసే వానవల్ల ఎలాంటి మార్పులు కలుగుతాయో, ఆ వర్షపు నీరు ఏమవుతుందో మనం స్పష్టంగా తెలుసుకో గలుగుతున్నాము. వస్తుతః మన్ను రసాయనిక యౌగికముల రేణువుల మిశ్రమం ఏర్పడుతుంది. ఈ మంటిరేణువులు, ముఖ్యంగా వాటిలో అత్యంత సున్నితమైనవీ, సూక్ష్మమైనవీ పరస్పరం దగ్గరగా చేరుకోవడం వల్లనే మంటి ముద్దలు ఏర్పడుతున్నాయి. దీనినే బంకమన్ను లక్షణం అంటారు. దానినిబట్టే మన్ను స్వరూప స్వభావాలు నిర్ణయమవుతూ ఉంటాయి. దీని మధ్యన ఉండే ఖాళీలకన్న మిక్కిలి చిన్నవైన రంధ్రాలు చాలా ఉంటాయి. పొడి నేలమీద వర్షం కురిసినప్పుడు ఆ నీరు, నేలపై వరుసలలో ఉన్న చిన్న చిన్న మంటి ముద్దలలోని సన్నని రంధ్రములలోనికి ప్రవేశిస్తుంది. ఇవి ఇలా పీల్చుకోగా మిగిలిన అదనపు వర్షపు నీరు అంతా ఈ మంటిముద్దల మధ్య అరలు అరలుగా ఉండే పెద్ద పెద్ద ఖాళీలగుండా క్రిందికి దిగుతుంది. అలా దిగే వాన నీటిలో కొంత కొంత భాగాలను ఒకదాని క్రింద మరొకటిగా పేర్చబడినట్లుండే మంటి ముద్దలు వరుసగా పీల్చుకుంటూనే ఉంటాయి. పడిన వర్షమును బట్టీ, ఆరంభంలో నేలలో ఉన్న తడినిబట్టీ ఆ వాన నీరు ఏమైనా కావచ్చు. మొత్తం కురిసిన వాన నీరంతా నేల యొక్క పై పొరలలోనే ఉండిపోవచ్చు. లేదా నేలలో అదివరకున్న నీటినంతా అట్టడుగుకు అదిమివేసి ఆ చోటును తాను పూర్తిగా ఆక్రమించుకోవచ్చు. నిజానికి నీటిని పీల్చుకునే మంటిముద్దలన్నీ చిన్న చిన్న జలాశయాల వంటివని చెప్పవలసి ఉంది. మొక్కల వ్రేళ్ళపై ఉండే నూనె వ్రేళ్ళ గుంపులు, నీటి కొరకై ఈ జలాశయాలను వెదుక్కుంటూ ముందుకు సాగిపోతాయి.

నాగలి వ్యవసాయాని కంతకూ చిహ్నం. ఎందుకంటే బెల్లు విరపడం. రకరకాలైన పనిముట్లతోను, పరికరాలతోను నేలను పదును చేయడం వ్యవసాయంలో ముఖ్యాంశాలు. నేల స్వభావాన్నిబట్టే సాగుకు పడవలసిన పాటూ, వ్యవసాయపు పనుల తీరుతీయాలుంటాయి. ఆయా అవసరాలను బట్టి రైతులు వివిధ దశలలో వేరు వేరు పనులను నిర్వహిస్తూ ఉంటారు. ఆరంభంలో బెల్లు విరవడం. దుబ్బులు పీకివేయడం, విత్తనాలు నాటడానికి అనుకూలమయ్యేటట్టు దున్నిన నేలను గొర్రు తోలడంద్వారా చదును చేయడం, నారు పోయడం, నీరు పెట్టడం, ఉష్ణపులైన తరువాత మూన బాగా తిరిగిన చేలలోనుంచి భూసారాన్ని ఫలహరించే పనికిరాని కలుపు మొక్క లన్నింటిని పీకి పారవేయించడం వగైరా

వ్యవసాయపు పనులన్నీ ఈ కోవకు చేరినవే. ముందుగా భూమిని సాగుకు లాయఖు చేయడానికీ, ఆ తరువాత కలుపు తీతకూ మొత్తం వ్యవసాయపు పెట్టుబడిలో అధిక భాగాన్ని ఖర్చు పెట్టవలసి ఉంటుంది. కనుక ఇందుకు నిమిత్తం అవలంబించబడే విధానాల పరిశీలన భూసార విజ్ఞాన కృషిలో మిక్కిలి ప్రధానమైంది.

దున్నేటప్పుడు నాగలి చాలు ఎంత లోతుగా పడుతుందన్నది ఆయా నేల స్వరూప స్వభావాలనుబట్టి, సమయ సందర్భాలనుబట్టి పలు విధాలుగా ఉంటూ ఉంటుంది. అంతేకాకుండా ఆ సమయంలో వాస్తవంగా నేల స్థితిమీద కూడా ప్రత్యేకంగా ఆధారపడి యుంటుంది. చాలాకాలంగా వర్షాలులేక బీడుపడి గట్టిపడిన భూమిని దున్నడం చాలా కష్టం. కనుక తొలకరి జల్లులు పడేవరకు సేద్యపుపనులు ప్రారంభించరాదు. ఆయా పొలాలను ఎలా దున్నాలి? ఎంతవరకు దున్నాలి? అన్నది. నాగటికొర్రు ఆ నేలలోనికి ఎంతలోతుకు చొచ్చుకు వెళ్ళగలదనే దానిపై ఎక్కువగా ఆధారపడి ఉంటుంది. స్వభావసిద్ధంగా విభిన్నములైన భూములలో ఆయా సందర్భాలనుబట్టి, అవసరాన్నిబట్టి వలసినంతలోతుకు చొచ్చుకు పోగలిగినట్టి ఎలాంటి పొడి నేలకైనా సరిపడునట్టి మేలు రకములైన నాగళ్ళను రూపొందించడానికై చిరకాలమునుంచి కుశాగ్ర బుద్ధులెందరో కృషిచేస్తూ వచ్చారు. యంత్రాల సాయంతో చేసే వ్యయంలో ఎలాంటి పొడి నేలనైనా సాగుచేయించడానికి తగిన ఏర్పాట్లు చేయవచ్చును. కాని పశువులచేత దుక్కిచేయించ వలసి వచ్చినప్పుడు మాత్రం పరిస్థితి ఇందుకు కేవలం భిన్నంగా ఉంటుంది. పశువులకు గల కండబలమూ, వాటి సంఖ్యా బలమూపై అంతా ఆధారపడి ఉంటుంది. నేలలోనికి చొచ్చుకుపోయే నాగటి కొర్రుతోపాటు 'మోల్డుబోర్డు' అనే రెక్క కూడా ప్రతినాగలికీ ముఖ్యమైనది. దున్నేటప్పుడు విరిగిన గడ్డను పైకెత్తి ప్రక్కలకు త్రోసి దున్నినంత మేరా నాగటి చాలును శుభ్రంగా ఉండేటట్టు చేయడమే ఈ రెక్కయొక్క ఉపయోగం. ఈ రెక్కయొక్క ఆకారం ఎలాగుంటే ఎక్కువ ఉపయోగంగా ఉంటుందనే విషయం గురించి చాలా శాస్త్ర చర్చ, ప్రయోగాలు జరిగాయి.

నేలలో సూక్ష్మరంధ్రాలుండడంచేత ఆ ఖాళీలలో వాయువు చేరి వుంటుందని వేరుగా చెప్పనవసరం లేదు. మొక్కల వ్రేళ్ళూ, సూక్ష్మజీవులూ ప్రాణవాయువును పీల్చుకుంటూ ఉంటాయి. బొగ్గుపులుసు గాలి తయారవుతూ ఉంటుంది.

ఇవి ఎంతెంత ప్రాణవాయువును పీల్చుకుంటూవుంటాయి! బొగ్గుపులుసు గాలి ఎంత తయారవుతుంది? అనే విషయాలపై నేలలోని సూక్ష్మ రంధ్రాలలోని వాయు మిశ్రమం ఆధారపడి వుంటుంది. అనగా లోపలి నుంచి ఎంత బొగ్గుపులుసు గాలి బయటకు తప్పించుకొని వచ్చి ఎంత త్వరగా వాతావరణంలో కలిసి పోతోంది? పైనుంచి ఎంత ప్రాణవాయువు ఎంత త్వరగా వచ్చి చేరుతోంది? అనే అంశాలపై ఈ ఖాళీల లోపలి వాయు సంపుటీకరణం ఆధారపడివుంటుంది. ఈ సందర్భంలో నేలలోని ఉష్ణోగ్రత హెచ్చుతగ్గుల వలన దానిలోని గాలికి కలిగే వ్యాకోచమును గురించీ, సంకోచమును గురించీ వర్షంవల్ల సాగుచేయటం వలన తేమ ఇగిరిపోవడం వలన, వాయు ప్రవాహాల ప్రభావం వలనా వాతావరణపు వత్తిడిలోని భేదాలవలనా నేలలోని సూక్ష్మరంధ్రాలలో కలిగే మార్పులను గురించి కూడా పరిశీలింపవలసి వుంది. మొక్కలు సరిగా పెరగాలంటే నేలలో గాలి పూర్తిగా స్వేచ్ఛగా ప్రసరించేటట్టు చూడటం చాలా ముఖ్యం.

మొక్కల పెరుగుదలపై నేల ఉష్ణోగ్రతలోని హెచ్చుతగ్గుల ప్రభావం చాలా వుంటుంది. కనుక భూసార భౌతిక విజ్ఞానశాస్త్రంలో అది ప్రధాన విభాగంగా పరిగణించబడుతోంది. అనేక ఉష్ణోత్పత్తి కేంద్రాల నుండి నేల గ్రహించ గలిగే ఉష్ణరాశిలో ఉండే తరతమాలను బట్టి, దాని ఉష్ణవాహక శక్తి ప్రమాణాలను బట్టీ నేల ఉష్ణోగ్రత నిర్ణీతమవుతూ వుంటుందని చెబితే ప్రస్తుతానికి చాలనుకుంటాను.

9. పల్లెటిపట్టులు - భౌతిక విజ్ఞానం-నీరు

అజరామరమైన చిరంజీవత్వాన్ని తనకు ప్రసాదించగల దివ్యామృతం, జీవన రసాయనం ఏదో వుందని ఊహించుకుని, దానిని సాధించడం కోసం మానవుడు యుగయుగాలుగా వృధా ప్రయత్నాలు చేస్తూనే ఉన్నాడు. కాని నిజమైన జీవన రసాయనం మనకు అందుబాటులోనే వుంది. అది ద్రవము లన్నింటిలోకి సామాన్యాతి సామాన్యమైన ద్రవం. స్వచ్ఛమైన నీరు! ఈ సందర్భంలో నాకు ఈజిప్టులో నైలునదీ లోయను, లిబియా ఎడారినీ విడదీసే సరిహద్దు రేఖపై నిలబడినప్పుడు కనబడ్డ దృశ్యం జ్ఞాపకం వస్తోంది. అక్కడ ఒక ప్రక్క ఎంత దూరం దృష్టి సారించినా, ఒక పచ్చని మొక్కగాని, ప్రాణిగాని కనిపించకుండా అపార పారావారంవలె దిగ్వలయం వరకూ విస్తరించుకున్న ఇసుక ఎడారీ, రెండవప్రక్క సస్యశ్యామలమూ, నిత్యహారిద్రమూ, బహు సారవంతమూ, బహుళ జనాకీర్ణమూ అయిన దేశం సమస్త చరాచర ప్రాణికోటికి నిలయమైనవి. కనబడుతున్నాయి. అయితే ఈ రెండింటికీ మధ్య యింత విపరీతమైన భేదం ఎలా కలిగింది? ఎందుకు కలిగింది? రెండువేల మైళ్ళ దూరంలో అవతరించి సూడాన్, ఈజిప్టుల మీదుగా మధ్యధరా సముద్రంలోకి ప్రవహించే నైలునదీ జలాలవల్లనే ఈ భేదం కలిగింది. నైలునదీ లోయలో భూసారమంతా నదీజన్యమైనదేననీ, మధ్య ఆఫ్రికాలోని మారుమూల ప్రాంతాల నుంచీ, అబిసీనియా పీఠభూమినుంచీ ఏటేటా ప్రవహించి వచ్చే వరద నీటితో సన్నటి బురద రూపంలో నైలునది దీనిని సేకరించి సాగర సంగమ పర్యంతం ఇరువైపులా పరుచుకుంటూ పోతున్నదనీ, యుగయుగాలుగా యిలా జరుగుతున్నదేనని భూగర్భ శాస్త్రజ్ఞులు నిరూపించారు. నిజానికి ఈజిప్టు దేశ సౌభాగ్యమంతా కూడా నైలునదీ ప్రసాదితమే. ఏటేటా నిర్ణీత క్రమంలో నిరంతరాయంగా ప్రవహించే జీవనది నైలునది పావనోధార జీవన స్రవంతి తీరాన్నే ఈజిప్టు దేశపు ప్రాచీన నాగరికత వెలసి వర్ధిల్లింది.

మన నిత్య జీవితంలో సర్వసాధారణమైనదిగా మనందరం భావించే ఈ సామాన్యాతి సామాన్య ద్రవం ఈ జగత్తులోని సమస్త ద్రవ్యరాసు లన్నింటిలోను అత్యద్భుతమైనదీ, అత్యంత శక్తివంతమైనదీనని నొక్కి చెప్పడానికే ఈ సంగతి ప్రస్తావించాను. కావాలంటే ఇంకా ఇలాంటి ఉదాహరణ లెన్నింటినైనా చెప్పవచ్చు కూడా. నిజానికి మన భూమి చరిత్రను తీర్చిదిద్దిన ప్రధాన సూత్రధారి నీరు. పైగా భూతలంపై సర్వవిధ జీవరాసుల సృష్టి, స్థితి, లయాలకు సంబంధించిన జగన్నాటకంలో ముఖ్య పాత్రధారికూడా నీరే. రాళ్ళమీదుగా జాలువారే సన్నని సెలయేరు కానివ్వండి, గోధూళి వేళ పశువులు దప్పిక తీర్చుకునేపుంత ప్రక్కన చిన్నచెరువు కానివ్వండి, కాక మరే రూపంలోనైనా కానివ్వండి గ్రామ సీమలకు అందానిచ్చేది నీరే. దక్షిణ భారతదేశంలో ప్రతిచోటా ప్రత్యక్షమవుతుండే వర్షాధారపు, చెరువులు, ప్రజ లపేక్షవల్ల పాడుబడినట్లుగా ఉన్నప్పటికీ, నీటిలో నిండి వున్నప్పుడు మాత్రం చూడడానికి కన్నుల పండువుగా ఉంటాయి. అసలు ఇవి అద్దె లోతుండవు. పైగా నీరు మడ్డిగా ఉండడం చేత పైనుండి పడే వెలుతురును లోనికి ప్రసరించ నివ్వకుండా జలోపరితలం ప్రతిఫలింపచేయడం చేత చెరువు అడుగు భాగం కనబడదు. లోతెంతో స్పష్టంగా తెలియదు. దక్షిణాదిని వ్యవసాయానికి ఆధారం ఈ చెరువులే. మైసూరు రాష్ట్రంలో వరిపంట చాలాభాగం చెరువుల క్రింద పండినదే. ఈ చెరువులలో కొన్ని చాలా పెద్దవి. ఇక్కడ సూర్యోదయమూ. సూర్యాస్తమయమూ కూడా ఎంతో మనోజ్ఞంగా ఉంటాయి. గ్రామసీమలో సుందర దృశ్యాలమధ్య ఉన్న నీటి పట్టును, మన ఆననసీమలోని నయన ద్వయంతో పోల్చవచ్చును. సూర్యుడు ప్రకాశిస్తునప్పుడు కలకల్లాడుతూ ఆనందంగానూ, ఆకాశం మేఘా చ్ఛాదితమైనప్పుడు చీకటులలముకుని చిన్నబోయి నట్లుగానూ సమయోచితంగా మారుతూ ఉంటుంది.

బురదను లేదా సన్నని మెత్తని మన్నును తనవెంట తీసుకొనిపోగల శక్తిని కలిగి ఉండటం నీటికి గల అద్భుత లక్షణాలలో ఒకటి ఇందువల్ల వర్షాధారపు చెరువులలోని నీటికి రంగు కలుగుతోంది. వర్షపునీరు ప్రవహించి వచ్చే ఆరగాణి లోని మన్ను స్వభావాన్ని బట్టి ఈ రంగు మారుతూ ఉంటుంది. వాన కురిసిన వెంటనే చెరువులోకి కొత్తగా ప్రవహించే నీటిలో ఈ రంగు బాగా స్పష్టంగా కనుపిస్తుంది. వేగంగా ప్రవహించే నీటిలో కొంచెం పెద్దవిగాను, బరువుగాను ఉండే పెళ్ళలుగూడా కొట్టుకొని వస్తాయి అయితే విశేష సాంద్రత కలవైనా

సన్నని కణాలు మాత్రం నీటిలో తేలుతూ చాలాదూరం కొట్టుకొనిపోతాయి. అసలు
ఇవి మిక్కిలి చిన్నవిగా వున్నా, వాని సంఖ్య అమితంగా ఉండడంచేత అపార
ద్రవ్యరాశి ఈ విధంగా ఒకచోటి నుంచి మరొక చోటికి తరలించబడుతుందంటే
నమ్మడం కష్టం. సముద్రపు ఉప్పునీటితో, బురదనీరు కలిసినప్పుడు నీటిలో
వ్రేలాడుతూ ఉండే అడుసు అంతా క్రిందికి వేగంగా దిగిపోతుంది. పెద్ద నది
మీదుగా లోతైన సముద్రంలోకి సాగర సంగమ ప్రాంతంలో ప్రయాణం చేసే
టప్పుడు దీన్ని బాగా చూడవచ్చు. ఆ సమయంలో నీటిరంగు, ఎర్రమట్టి రంగు
లేదా బురద, గోధుమరంగు మొదలుకొని పసుపచ్చ, ఆకుపచ్చ వగైరా అనేక
ఛాయా భేదాలను ప్రదర్శిస్తూ చివరకు లోతైన సముద్రపు నీలిరంగు వరకూ
కూడా క్రమంగా మారుతుంది. ఒండ్రుపట్టిన ప్రదేశములను పరీక్షించి చూచి
నప్పుడు, సువిశాల క్షేత్రాలెన్నో ప్రవాహాల ఒరవడివలన క్రిందికి చేరి పేరు
కున్న బురదతో ఏర్పడినవేనని స్పష్టమౌతుంది. ఈ విధంగా సన్నని మెత్తని
ఒండ్రుమన్ను చేరిన ఈ భూములన్నీ సర్వసాధారణంగా ఎంతో సారవంతంగా
ఉంటుంటాయి. భూమ్యుపరితలంపై నున్న గట్టిరాతి పొరలనుంచి మెత్తనిమన్నును
రూపొందించడంలో జరిగే భూసార పరిణామక్రియలో జలప్రవాహాల ప్రభావం,
ఉపకారం చాలా ఉంది. కాని ఏరులై పారే ఆ నీరే కొన్ని ప్రత్యేక పరిస్థితులలో
వరదగా మారి, వ్యవసాయానికంతకూ మూలాధారమైన మెత్తటి నేలను కోసి
మన్ను నంతటినీ దూరానికి నెట్టివేసి విధ్వంసకారి కాగలదు. అప్పుడు దాని విజృం
భణను గనుక అరికట్టక పోతే, దేశానికంతటికీ, ప్రమాదకారిగా పరిణమించుతుంది
కూడా. అనేక దేశాలలోను, ముఖ్యంగా హిందూదేశంలోని అనేక ప్రాంతాలలోను
జల ప్రవాహాలవల్ల మెత్తటి నేల తెగి, మన్నూ దానితోపాటు భూసారమూ అంతా
కొట్టుకు పోవడం అనేది అతి ప్రధానమైన సమస్య. అందుచేత ఇందుకు సంబంధిం
చిన పరిస్థితులను గురించీ, భూసార రక్షణకు అవసరంగా తీసుకోవలసిన చర్య
లను గురించీ, విపుల పరిశీలన జరగవలసి ఉంది. నేల ఒరుసుకుని, తెగి పైమన్ను
అంతా కొట్టుకుని పోవడం అంచలంచెలుగా జరుగుతుంది. తొలి దశలో అలా
జరిగిందన్న సంగతే మనకు తెలియక పోవచ్చు. ఇలా కొంతకాలం జరిగే సరికి
పొలమంతా నీటిచాళ్ళతో నిండి గోతులూ గొప్పులూ ఏర్పడి హృదయ విదార
కరంగా సాగుకు సాధ్యంకాకుండా పోతుంది. హఠాత్తుగా కురిసే అమిత వర్ష
పాతంవల్ల పొర్లి ఉరకలు వేస్తూ పరుగులు తీసే జలప్రవాహమే నేల తెగి మన్ను

కొట్టుకు పోవడానికి ముఖ్యమైన కారణం. దీనికితోడు భూమి వాలుగా వుండడం; సహజంగా పెరుగుతూ నేలను రక్షించే గడ్డినీ, గాదాన్నీ పీకి పారవేయడం, ప్రవహించిన కొద్దీ నీటి వేగాన్ని ఇనుమడింప జేసే బండిదారి గాట్లుండడం, జల ప్రవాహాన్ని అరికట్టగలిగిన అడ్డాలు ఏమీ లేక పోవడం కూడా భూసారం కొట్టుకు పోవడానికి మరికొన్ని కారణాలు. ఈ పరిస్థితి ఇలాగే కొనసాగితే- దురదృష్ట వశాత్తు - కొనసాగుతున్నది కూడ - బహుశా అమూల్యమైన భూసారం చాలా వరకు కొట్టుకు పోతుంది. మన దేశంలో పెక్కు ప్రాంతాలలో నిరంతర వ్యవసా యాభివృద్ధికి ప్రబలావరోధంగా పరిణమించిన ఈ భూసార రక్షణ సమస్య పరిష్కారానికి అవసరమైన చర్య లన్నింటిని ఇతోధికమైన శ్రద్ధాశక్తులతో తక్ష ణమే తీసుకోవలసి ఉంది. ఇందుకుగాను నేలను చదునుచేసి గట్లు ఎత్తుచేయడం, నీటి ప్రవాహానికి అడ్డగట్టు వేయడం, ఎత్తు పల్లాలను అనుసరించి సమ ప్రదేశంగా ఉండే చెలకలను ఏర్పాటుచేసి వ్యవసాయం చేస్తూండడం సస్యానుకూలంగా భూసార రక్షణకు అనువుగా తరులతాదులను నాటడం చాలా అవసరంగా అవ లంబించ వలసిన ఆచరణలు. ఇట్టి చర్యలు వేటిని తీసుకున్నా వేగం హెచ్చు కుండా, మన్ను కొట్టుకుపోకుండా జల ప్రవాహాన్ని వీలైనంత ముందుగా తొలి దశలోనే పూర్తిగా అరికట్టడమే వాటి లక్ష్యం కావాలి.

ఏ జీవియొక్క మనుగడకైనా మూలాధారం నీరే. చరాచరాత్మకమైన ఈ సృష్టిలో పశు పక్షి క్రిమికీటకాది సమస్త జంతుకోటి దేహాలలోను, తరులతా పాదపాది సమస్త వృక్షరాశి కాండములలోను అధికభాగం స్వచ్ఛమైన నీటితో గాని, రసాయనిక మిశ్రమమైన నీటితోగాని నిండి ఉంటుంది. నీరు విస్తృత ప్రభావం ప్రమేయం లేకుండా శారీరకమైన కార్యకలాప నిర్వహణ సాధ్యం కాదు. జంతుకోటి మనుగడకు నీరు చాలా అవసరం. చెట్టు చేమలు మొలకెత్త డానికీ, పెరుగుదలకూ కూడా నేలలో తేమ వుండడం చాలా ముఖ్యం. అయితే ఏ జీవికి ఎంతెంత నీరు కావాలనేది ఆ యా రకాలను బట్టి నిర్ణయమవుతూ ఉంటుంది. అందుచేత నీటిని నిలువచేసుకోవడం, జాగ్రత్తగా వాడుకోవడం, మానవ సంక్షేమానికీ, మన క్షేమానికీ ముఖ్య ప్రాతిపదికలు. గొట్టపు నూతుల ద్వారా లభించే పాతాళగంగను మినహాయించితే మనం వాడుకునే నీరంతా వర్ష పాతంవలనా, హిమపాతం వలనా లభించిందే. మన దేశంలో వ్యవసాయం చాల వరకు వర్షాధారమైనది. అందుచేత అనావృష్టి అయినా, అతివృష్టి అయినా, అదు నులో వాన పడవక పోయినా, వరుస తప్పి కురిసినా, మన వ్యవసాయం దెబ్బ

తింటుంది. నేలతెగి భూసారం కొట్టుకు పోవడం, అనావృష్టి, అతివృష్టి, అకాల వర్షాలు అనేవి పరస్పరం సన్నిహితమైన సమస్యలు. కనుకనే భూసార రక్షణకు అవలంభించే ఉపాయాలే నేల మీదను, నేలలోను నీటిని కావలసినచోట, కావలసినంతమేరకు నిలవచేయడానికి కూడా తోడ్పడుతాయి. ఇవి రెండు విధాలా ఉపయోగపడుతాయి. ఏటికేడాది పొడుగునా కాకుండ, ఆయా ఋతువులలో మాత్రమే వానలు కురిసే దేశాలలో వాననీరు చాలావరకు వృధాగా ప్రవహించిపోతూ ఉంటుంది. ఇలా వృధాగా ప్రవహించి పోయే నీటినంతటినీ కూడబెట్టి ఉపయోగించుకోవడం చాలా అవసరం. ఈ వాన నీటిలో చాలాభాగం వాగులలోకి, వంకలోకి, ఏరులలోకి, నదులలోకి, ప్రవహించి చివరకి సముద్రంలో కలిసిపోతుంది. అందుచేత ఎంతో విలువైన నీరు దేశానికి దక్కకుండా వృధా అయిపోతుంది. ఇప్పుడు చాలా వరకు నిరర్థకంగా సముద్రంలో కలిసిపోయే నదీ జలాలను వినియోగంలోకి తీసుకొని రావడం ఒక గొప్ప జాతీయ సమస్య. దీనిని శ్రద్ధగా పరిశీలించి, దేశానికంతకూ ప్రయోజనకారి కాగలిగేటట్టుగా పరిష్కరించుకోవలసిన అవసరం ఉంది. బాగా ఆలోచించి తయారు చేసిన పథకాలను ధైర్యంగా అమలు జరిపిననాడు, ప్రస్తుతం చిట్టడవిగా ఉన్న విశాల భూభాగాన్ని సైతం ముక్కారుపండే సారవంతమైన సుక్షేత్రంగా మార్చవచ్చు. దేశానికి కావలసినంత నీటిని నిలువ చేసుకొని సద్వినియోగం చేసుకోడానికి, అడవులను పెంచడానికి సన్నిహిత సంబంధం ఉంది.

దారి తెన్నూ లేకుండా పెరిగే కీకారణ్యాలవలె కాకుండా అడవులను ఒక క్రమ పద్ధతిలో సువ్యవస్థితంగా పెంచడం, సాధ్యమైన ప్రదేశాలలోనే కాకుండా అసాధ్యములైన ప్రదేశాలలో సైతం ఆ యా ప్రాంతాలలో వృద్ధి పొందగల వృక్ష జాతులను నిర్ణీత పథకం ప్రకారం నాటడం ఇప్పట్లో అత్యవసరంగా జరుగదగు పనులు. ఈ విధంగా నాటి, పెంచిన అడవులవల్ల ప్రత్యక్షంగానూ, పరోక్షంగానూ దేశానికి ఎంతో మేలు, సంపదా సమకూరుతాయి. నేల కోసుకు పోకుండా మట్టి కొట్టుకుపోకుండా చూస్తూ ఇవి భూసార రక్షణకు బాగా తోడ్పడుతాయి. దేశంలో కురిసిన వాన నీరంతా వృధాగా సముద్రంపాలు కాకుండా అరికట్టుతాయి. చాలినంత వంటచెరకును చవకగా అందించుతాయి. పొలానికి పనికివచ్చే ఎరువుని వంట చెరకుగా ఉపయోగించ నవసరం లేకుండా చేస్తాయి.

నీటి ప్రవాహాలను ఒక హద్దులో ఉంచి, నీటిని జాగ్రత్తగా సరఫరా చేయడానికి జరిగే ఏర్పాట్లవల్ల గ్రామీణ జీవితానికి, ఇతరత్రా ఎంతో మేలు చేకూరు

తుంది. దేశంలో ఒకచోటినుంచి మరొక చోటికి చౌకగా రాకపోకలు సాగించడానికీ, సరుకు రవాణా చేయడానికీ ఉపకరించే చౌక వాహనాలు కాలువలలోనూ, నదులలోనూ తిరిగే దోనెలూ, పడవలూ మాత్రమే. కొత్తగా రైలు మార్గాలూ, రోడ్లూ వేసే ప్రణాళికలను గురించి మనం చాలా వింటున్నాం. కాని జలదారుల అభివృద్ధిని గురించి అట్టే వినడంలేదు. నీటి వనరులను సద్వినియోగంచేసే కృషి ఫలితంగా జల విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పత్తి కాగలదు. ఈ విధంగా లభించే విద్యుచ్ఛక్తి వినియోగంవల్ల గ్రామీణ జీవితంలో అత్యద్భుతమైన మార్పు వస్తుంది. గ్రామీణ ఆర్థికవ్యవస్థ అనేక విధాల అభివృద్ధి చెందుతుంది. అన్నిటికంటె ముఖ్యంగా అవనీ గర్భంలో దాగివున్న పాతాళ గంగను ఇతోధికంగా పైకి తోడి తెచ్చి, అతివృష్టి, అనావృష్టి, అకాలవృష్టి వగైరా ఈతిబాధల నుంచి తప్పించుకోడానికి వీలవుతుంది.

ఒకవిధంగాచూస్తే నీరు ద్రవాలన్నింటిలోకి సామాన్యాతి సామాన్యమైనది. కాని మరొక దృష్టితో చూచినప్పుడు స్థావర జంగమ రూపమైన సమస్త జీవరాసులను పెంచి పోషించగల జీవనశక్తి విలసితమైన అసామాన్య ద్రవం అనిపిస్తుంది. అందుచేత నీటి స్వభావాన్ని గురించి, గుణగణములను గురించి జరుగుతున్న విపుల పరిశోధనలు వైజ్ఞానికంగా ఎంతో ఉన్నత స్థాయికి చెందినవీ, ఇంకా ఒక దరికి చేరనివీనీ.

10. పల్లెటిపట్టు - భౌతిక విజ్ఞానము - వాతావరణ స్థితి

పట్టణవాసులైన వారికి ఇంట్లోంచి బయలుదేరేటప్పుడు చేతికర్రే తీసుకు వెళ్ళాలో, గొడుగే తీసుకెళ్ళాలో కాస్త ఆలోచిస్తే తటపటాయించవలసిన అవసరం వరకు మాత్రమే వాతావరణ స్థితి ప్రమేయం ఉంటుంది. వాతావరణం పరిస్థితి వారికి అంతకుమించి తొందర కలిగించేది కాదు. ఏదో ఒక ఇబ్బంది దాపురించినప్పుడు తప్ప ఇతరత్రా బస్తే ప్రజలను మామూలుగా వాతావరణ స్థితిని గురించి ఎలాంటి ఆలోచనా ఉండదని కూడా చెప్పవచ్చు. ఆకాశంలో అన్ని వైపులా అనుక్షణం మారుతూ కనబడే దివ్యసుందర దృశ్యాలను గురించీ, అద్భుతమైన సూర్యోదయ సూర్యాస్తమయాలను గురించీ వారేమీ పట్టించుకోరు. ఇందుకు కారణం ఏమైనా నిజానికి వాళ్ళ కళ్ళకు ఈ చివరనుంచి ఆ చివరకు బారులుతీర్చి కట్టిన ఇళ్ళ వరసలు తప్ప మరేమీ కనుపించవు. మిగతా ఆకాశ మైనా అల్లి బిల్లిగా ఉండే టెలిఫోన్ తీగల వరసలోనుంచి కొంచెం కొంచెంగా కనబడేదే తప్ప మరేమీ కాదు. ఇక రాత్రిపూట వారు చూచి ఆనందించే తారలు సినిమా ప్రదర్శన శాలల్లో వెండితెరలమీద మిలమిల మెరిసే తారామణులే మరి. ఇక సూర్యచంద్రు లున్నారని తెలుసుకొని చూడక తప్పనిసరియై ఏదో చూడ డమే కాని చూడాలని చూడడం కాదు.

ఇక గ్రామీణ జీవితంలో అలా కాదు. అందులో వాతావరణపు పాత్ర అతి ప్రధానమైనది. గ్రామీణ ప్రజలు సాధారణంగా సువిశాల ప్రదేశాలలో ఉంటూ ఎప్పుడూ ఆకాశంకేసే చూస్తూ వాతావరణ పరిజ్ఞానాన్ని వృద్ధిచేసుకుంటూ ఉంటారు. ఇందుకు కారణం వాళ్ళ సమస్త కార్యకలాపాలూ, ఆర్థికాభ్యుదయం, ఆ మాటకు వస్తే వాళ్ళ మనుగడ యావత్తు ఆకాశంలో కలిగే మార్పులమీదే ఆధారపడి ఉంటుంది. కాళిదాస మహాకవి తన ఋతుసంహార కావ్యంలో కడు సొగసుగా వర్ణించిన ఋతు చక్రమే భారతీయ జానపద జీవిత చక్రం కూడా.

వాషింగ్టన్ ఇర్వింగ్ వ్రాసిన కథలోని రిప్‌వాన్ వింకిల్‌వలె కాలగమనం తెలియకుండా ఏళ్ళూ - పూళ్ళూ నిద్రించి, ఆ తరువాత ఎప్పుడో హఠాత్తుగా నిద్రలేచిన వారు ఎవరైనా సరే తనకు సుపరిచితమైన పొలాలకేసి ఒక్కసారి చూస్తే చాలు, ఒకటి రెండు వారాల తేడాలో అదే కాలమో తెలుసుకోవచ్చు. మన దేశంలో చాలా ప్రాంతాలలో ఏ బాపతు వ్యవసాయమైనా సరే వర్షాధారం పైనే నేటికీ సాగుతోంది. అందుచేత మన రైతులవరికీ ఆకాశపు తూము లెప్పుడు తెరుచుకుంటాయో మూసుకుంటాయో, అనగా వానలు ఎప్పుడు కురుస్తాయో, ఎప్పుడు కురవవో తెలుసుకోవడం చాలా అవసరం.

భారత ప్రభుత్వంలో మాజీ ఆర్థికమంత్రి ఒకాయన, తాను ఏటేటా సమర్పించే ఆదాయవ్యయ పట్టికలో అంచనాలు అన్నీ కూడా వాన రాకడపై వేసిన జూదపెత్తులు మాత్రమే అని అభివర్ణించినట్టు చెబుతారు. నిజానికి ఇది భారతదేశపు ఆర్థిక వ్యవస్థలో వ్యవసాయానికున్న ప్రాధాన్యాన్ని గురించీ, ఆ వ్యవసాయం వాతావరణం దయా ధర్మాలపై పూర్తిగా ఆధారపడి ఉండడాన్ని గురించీ చక్కగా చిక్కగా చెప్పినమాట. గత శతాబ్దంలో వాతావరణ పరిశీలన శాఖను నెలకొల్పడానికి కారణం వాతావరణ స్థితికీ, దేశాదాయానికీ గల సన్నిహిత సంబంధాన్ని ప్రభుత్వం గుర్తించడమే. వాతావరణ స్థితి గురించిన సమాచారం ఎప్పటికప్పుడు ముందుగా తెలియ పరచడమూ, సముద్ర తీరాన తిరిగే పడవుల వ్యాపారానికి నష్టాన్ని కలిగించడమూ కాక, ఇతరత్రా ఎంతో హానికరమైన వరదలను కలిగించే తుఫానులను గురించి ముందుగా హెచ్చరించడమూ దేశానికెంతో అవసరం. వర్షాకాలంలో ఎక్కడెక్కడ ఎంతెంత వర్షం పడుతుందో బాగా ముందుగానే సరిగా సూచించ కలిగితే కూడా చాలా మేలు కలుగుతుంది. మొదట్లో వాతావరణ శాఖ కార్యక్రమమంతా ఇట్టి సూచనలకే పరిమితమై ఉండేవి. కాని పౌర విమానయానం వృద్ధి కావడంతో, అందుకు అవసరమైన సమస్త వాతావరణ సమాచారాన్నీ, ముఖ్యంగా ఎక్కడికక్కడ ఎప్పటికప్పుడు ఎదుర్కోవలసి వచ్చే వాతావరణ పరిస్థితిని ఖచ్చితంగా తెలుసుకోవలసిన అవసరం ఏర్పడడం ఈ శాఖ అనంతర విస్తృతి ఎంతో దోహద మిచ్చింది. ఆ తరువాత యుద్ధావసరాల దృష్ట్యా యీ శాఖలో సిబ్బందిని విపరీతంగా పెంచడమూ వాతావరణ సమాచార ప్రసారంపై కొన్ని ఆంక్షలను విధించడమూ జరిగింది.

అందరికీ బాగా తెలిసిన విషయమే. వ్యవసాయ వాతావరణ ఉపశాఖను ఏర్పాటు చేయడాన్ని బట్టి, వ్యవసాయాభివృద్ధిపట్ల తన అనుభవం మీదనూ, తన వాతావరణ పరిజ్ఞానం మీదనూ మాత్రమే ఇంతవరకూ ఆధారపడుతూ వచ్చిన పేద రైతులపట్ల ప్రభుత్వం తన కర్తవ్యాన్ని మరచిపోలేదనే చెప్పవలసి ఉంది

భారతదేశం వంటి వ్యవసాయ ప్రధానమైన దేశానికి వాతావరణం వలన కలిగే బహుళ ప్రయోజనాలను గురించి ఎన్నిసార్లు నొక్కిచెప్పినా చెప్పతగ్గదే. అయితే దేశంలో ఏ ఒక్క విశ్వవిద్యాలయానికీ కూడా ఈ శాస్త్రాన్ని బోధించాలని గాని, ఇందుకు సంబంధించిన పరిశోధనలను ప్రోత్సహించాలని గాని ఇంతవరకూ తోచనేలేదని చెప్పవలసి ఉంది. దేశపు ముఖ్యావసరాలకూ, విద్యా విధానానికీ ఎక్కడా సంబంధం లేకుండా ఉన్నదనడానికి ఇది మరొక మంచి ఉదాహరణ. వాతావరణ విజ్ఞానాన్ని ఇతోధికంగా వ్యాప్తిలోకి తీసుకురావడమూ, దానిపట్ల ప్రజలలో ఎక్కువ శ్రద్ధాసక్తులను పెంపొందించడమూ, పరిశోధనలను ప్రోత్సహించడమూ చాలా అవసరం. ఈ సందర్భములో మన విశ్వవిద్యాలయాలన్నీ అర్హులయిన అధ్యాపకులకు నెలకు ఒక నూరు రూపాయల వేతనం ఏర్పాటు చేసి, వారిచేత ప్రత్యేక కృషి చేయించి వాతావరణశాస్త్ర బోధనను ప్రోత్సహించవలసిందని నేను మనసారా మనవి చేయదలచుకున్నాను. వాతావరణ శాస్త్ర సంబంధంగా ఎవరైనా చేయడాని కేమీ లేదనీ, ఒకవేళ ఏమైనా చేయవలసివస్తే అది అంతా అధికారుల ఆధ్వర్యంలోనే జరుగవలసి ఉన్నదనే అభిప్రాయం లోగడ పరిపాటిగా ఉండేది. అయితే ఇది నిరాధారమూ, ఏ విధంగానూ సమర్థనీయమూ కాని అభిప్రాయం. నిజానికి కేవలం జ్ఞాన సముపార్జన లక్ష్యంతో మాత్రమే పని చేసే శాస్త్రజ్ఞులు, అనధికార సంస్థలూ, లేదా విశ్వవిద్యాలయాల వంటి విద్యాసంస్థల ఆధ్వర్యంలో పనిచేస్తూ సత్ఫలితాలను సాధించగలరనే నా విశ్వాసం. ఇట్టి కృషికి అధికారుల ప్రోత్సాహ ప్రోద్బలాలు, సహాయ సహకారాలు కోరినంతనే లభించగలవని చెప్పడానికి నా కెట్టి సందేహమూ లేదు.

భారతదేశపు వాతావరణ విశేషాలను ప్రత్యేక విషయంగా పేర్కొనడం సమంజసమే. భౌగోళికంగా మనదేశపు ఉనికి విచిత్రమైనదీ, విశిష్టమైనదీను. ఉత్తరాన హిమాలయ మహా పర్వతపంక్తులు టిబెటన్ పీఠభూమి నుంచి మనదేశాన్ని వేరుచేస్తున్నాయి. దక్షిణాన ఉన్న దక్కన్ ద్వీపకల్పానికి అటు అరేబియా సముద్రమూ, ఇటు బంగాళాఖాతమూ ఉన్నాయి. ఈ ద్వీపకల్పపు టంచులలో తూర్పు,

పశ్చిమ కనుమలు ఏర్పడి ఉన్నాయి. భారతదేశపు రాజకీయ చరిత్రగతితోపాటు వాతావరణ గమనాన్ని సైతం రూపొందించడంలో ఈ భౌగోళిక విశేషాలు విశిష్టమైన పాత్ర వహిస్తున్నాయి. దేశ వాతావరణంలో కానవచ్చే ప్రాంతీయమైన భేదాలకూ, ఋతుసంబంధమైన మార్పులకూ కూడా ఇవే కారణం. అయితే నిజానికి ప్రపంచ వాతావరణంలో భారతీయ వాతావరణం ఒక అంతర్భాగం మాత్రమే ననీ, అందుచేత ఈ రెండింటినీ చేర్చి పరిశీలించడం అవసరమనీ మరచిపోకూడదు.

భూమిమీద వాతావరణపు ప్రవర్తన అంతా ఒత్తిడి, ఉష్ణోగ్రత, తేమ అనే మూడింటిమీద ఆధారపడి ఉంటుంది. కనుక వీటి పరిశీలన వాతావరణ శాస్త్రవేత్తకు ఎంతో ముఖ్యమైనదీ, ఆసక్తిజనకమైనదిన్నీ. భూమ్యుపరితలంమీది వాతావరణాన్ని నిలకడగా ఉంచే ఒత్తిడిలో మార్పు కలిగినప్పుడు, క్షితిజ రేఖకు సమానాంతరంగా వాతావరణం చలిస్తుంది. దీనినే పవనం అంటారు. మన భూమిమీద ఒక ప్రాంతంనుంచి ఇంకొక ప్రాంతానికి ఈ పవనాలు ఎడతెగకుండా వీచేటప్పుడు, రెండో భాగంలో పోగుపడిపోయి మొదటిభాగంలో ఖాళీ ఏర్పడాలి కాని అలా జరగడం అసాధ్యం. కనుక ఈ చలనానికి తుల్యమైన ప్రతిచలనం ఇంకోచోట ఉండితీరాలి. అలాంటి ప్రతిచలనం ఉండదగిన చోటు ఏదా అని మనం సహజంగా వాతావరణపు ఊర్ధ్వమండలాలలో అన్వేషించవలసి ఉంటుంది. కనుకనే వాతావరణపు ఊర్ధ్వమండలాల స్థితిగతుల పరిశీలనకు వాతావరణ శాస్త్ర విచారణలో విశేష ప్రాధాన్యం లభిస్తున్నది. నిజానికి భూమ్యుపరితలానికి సమీపంగా వాతావరణంలో ఏమేమి మార్పులు జరుగుతున్నదీ పూర్తిగా తెలుసుకోవాలంటే, ముందుగా ఊర్ధ్వమండలాలలో ఏమేమి జరుగుతున్నదో తెలుసుకొని రెండింటినీ సమన్వయ పరచుకోవలసి ఉంది. అందుకనే గాలి బుట్టలను వదలి, వాటి గమన విశేషాలను పరిశీలించి వాతావరణపు ఊర్ధ్వమండలాలలో స్థితి గతులను గుర్తించి క్రిందనున్న వాతావరణ పరిశీలకునికి రేడియో సంజ్ఞలద్వారా తెలియచేయగల స్వయంచోదకములైన పరికరాలను అమర్చిన గాలి బుట్టలను ఎగురవేసి, వాతావరణ శాస్త్రజ్ఞులు ప్రతిరోజూ వాతావరణపు ఊర్ధ్వమండల విశేషాలను తెలుసుకుంటూ ఉంటారు. ఏటేటా క్రమం తప్పకుండా నిర్ణీత కాలంలో వానలు కురవడానికి కారణభూతమైన నైఋతి ఋతుపవనాలూ, ఈశాన్య ఋతుపవనాలనుబట్టి మనదేశంలో పెక్కు ప్రాంతాలలో వివిధ ప్రమా

జాలలో సంభవించే వర్షపాతం ఉంటూ ఉంటుంది. భారతదేశపు వ్యవసాయ ఆర్థిక వ్యవస్థకు ఈ ఋతుపవనాలే జీవగర్ర. ఈ ఋతుపవనాల ప్రభావంవల్ల వానలు ఎడతెగకుండా ఎల్లప్పుడూ కురవవనీ, తమతో తేమనీ, వర్షాన్ని తీసుకుని సముద్రంలో ఏర్పడి నేలమీదకు వీచే వాయుగుండాలు ఏర్పడినప్పుడు మాత్రమే కురుస్తూ ఉంటాయని అందరికీ తెలిసిన సంగతే. ఈ వాయుగుండాలు అప్పుడప్పుడు అనుకూల వ్యవధిలో ఏర్పడుతూండడం వలన కలిగే వర్షం మన వ్యవసాయానికి ఎంతో లాభదాయకం. అందుచేత ఈ వాయుగుండాలు ఎప్పుడు ఎక్కడ ఎలా ఏర్పడి, ఏ దిశగా ఎంత వేగంలో ప్రయాణం చేస్తాయో తెలుసుకోవడం అందుకు సంబంధించిన సమస్యల పరిశీలన భారతీయ వాతావరణ పరిశీలన కృషిలో ప్రధానాంశాలు.

దేశంలోని వివిధ ప్రాంతాల వాతావరణ స్థితులలో వ్యత్యాసం చాలా ఉన్నదని చెప్పక తప్పదు. వాతావరణ స్థితిలో ఎన్ని రకాల భేదాలు ఉండడానికి వీలుందో ఎన్ని ఉన్నాయో అవి అన్నీ కూడా కొంచెం హెచ్చు తగ్గుగా మన దేశంలో ఉన్నాయని చెప్పవచ్చు. ఇందుకు వర్షపాతాన్ని ఉదాహరణగా తీసికొందాం. చిరపుంజిలో నమ్మలేనంత హెచ్చుగా కుంభవృష్టి, బెంగాలులోనూ, పడమటి కనుమలలోనూ అతివృష్టి, దక్కన్ ద్వీపకల్పంలో, ఆగ్నేయ ప్రాంతాలలో పరిమిత వృష్టి, దేశపు లోతట్టు ప్రాంతాలలో అనావృష్టి, రాజపుత్రస్థానంలో ఒక చినుకుకూడా రాలని ఎడారి, ఉత్తర హిందూస్థానంలో కొన్ని కొన్ని ప్రాంతాలలో మంచు కురవడమూ, పొగమంచు కమ్ముకోవడమూ కూడా, పరిపాటే. దక్షిణాదిని ఏ కొండకొమ్మునో తప్ప సాధారణంగా పొగమంచు తక్కువ. దక్షిణాదిని తిరువనంతపురంలో ఏటి కేడాది పొడుగునా ఎల్లప్పుడూ తేమతో తెకతెక లాడించే వేడి వాతావరణమూ, అలాగే ఉత్తరాదిని పెక్కుచోట్ల వేసవిలో మండిపోయే ఎండలూ, వడగాడ్పులూ, శీతాకాలంలో చక్కగా ఎండ కాస్తున్నా, ఎముకలు కొరికే చలీ శీతోష్ణస్థితిలో వాతావరణంలో ఉండగల గరిష్ఠ తారతమ్యాలకు మంచి నిదర్శనాలు. మన దేశంలోని వివిధ ప్రాంతాలలో వాతావరణ స్థితి ఒక్కొక్క విధంగా ఉంటుంది. దీనినే ప్రాంతీయ వాతావరణం అనవచ్చు. అందుచేత ప్రాంతీయ వాతావరణానికీ, ఆ ప్రాంతంలోని వారి నిత్య జీవితంలో అనుక్షణం ఎదుర్కోవలసి వచ్చే సమస్యలకీ గల సంబంధం ఏమిటో పరిశీలించడం చాలా అవసరం.

వాతావరణ శాస్త్రాధ్యయనం ఆవశ్యకతను గురించి, ముఖ్యంగా భారత దేశపు వాతావరణ స్థితిగతులకు సంబంధించిన పరిశీలనా పరిశోధనలను కొనసాగించవలసిన అవసరం గురించి. మన విశ్వవిద్యాలయాలకు ఇతోధికమైన శ్రద్ధాసక్తులతో అధీతి బోధాచరణలకు పూనుకోవలసిందని అధ్యాపకులకూ, విద్యార్థులకూ మరొకసారి విజ్ఞప్తి చేస్తూ ఈ ప్రస్తావనను ముగించదలచాను. కేవలం వైజ్ఞానిక దృక్పథంతోనే కాకుండా, మనందరి మనుగడకు ముఖ్యమైన వ్యవసాయ పరిశ్రమ దృష్ట్యా కూడా వాతావరణ శాస్త్రాధ్యయనంతోపాటు పరిశోధనలను సైతం ఇతోధికమైన శ్రద్ధాసక్తులతో కొనసాగించడం వలన విశేష, మైన మేలు చేకూరగలదనే నా విశ్వాసం.

ప్రొఫెసర్ పరా పార్టు

గ్రూపు సంస్థలచే బహూకరింపబడినది

11. గాజు అద్భుత గాథ

నేడు మనదేశంలో పరిశ్రమాభివృద్ధికి ప్రత్యేక ప్రాధాన్యం లభిస్తోంది. అందుచేత విజ్ఞాన వికాసానికీ, పరిశ్రమల అభివృద్ధికీ గల పరస్పర సంబంధాన్ని స్పష్టంగా నిరూపించే ఉద్గ్రంథం ఒక దానిని విపుల సమీక్షద్వారా ఇప్పుడు మీకు పరిచయం చేయదలచాను. ఆ పుస్తకం పేరు "ది ప్రాపర్టీస్ ఆఫ్ గ్లాస్" (తెలుగులో గాజుయొక్క స్వరూప స్వభావాలు) రచయిత శ్రీ జి. డబ్ల్యు. మోరేన ఈయన వాషింగ్‌టన్‌లోని కార్నెజీ ఇన్‌స్టిట్యూట్‌లో భూ భౌతికశాస్త్ర పరిశోధ. శాలలో పనిచేస్తున్నారు. ఇది 560 పుటల ఉద్గ్రంథం. అమెరికన్ కెమికల్ సొసైటీవారు ప్రచురించే వైజ్ఞానిక, సాంకేతిక గ్రంథమాలలో ఇదవది ఏడోది. ప్రచురణ : రైన్‌హోల్డ్ పబ్లిషింగ్ కార్పొరేషన్, న్యూయార్క్, వెల 12 డాలర్ల 50 సెంట్లు (అంటే సుమారు 55 రూపాయలు).

నిజానికి గాజు పరిశ్రమ, ఈ పుస్తకము మొదటి ప్రకరణములో శ్రీ మోరే చెప్పినట్లు, మానవజాతి నాగరికత తొలిదశలోనే ప్రారంభమైంది. అబ్సిడియన్ అనే ఖనిజ రూపంలో ప్రకృతి సిద్ధంగా గాజు దొరుకుతుంది. అమ్ముల మొనలూ, ఈటె కొనలూ, కత్తులు, కటార్లు, సులువుగా తయారుచేయడానికి వీలుగా పదునైన ముక్కల క్రింద కావలసినంత పొడుగునా, సులభంగా విరుచుకోగలిగిన పెళుసు పదార్థమని ఆదిమ మానవుడు స్వానుభవంచేత తెలుసుకున్నాడు. రాతి యుగపు సంస్కృతికి చెందినవారు దీనిని ఈ విధంగానే విరివిగా వాడుక చేసేవారు. గాజును కృత్రిమంగా తయారుచేయడం ఎలాగో కూడా ఆనాటి వారికి తెలుసు. చూడగా గాజును తయారుచేయడం ఎలాగో ప్రాచీన కాలంలోనే చైనా, మెసపొటేమియా ఈజిప్టు దేశస్థులందరికీ తెలుసుననిపిస్తుంది. రోమన్ సామ్రాజ్యపు తొలినాళ్ళ లోనే గాజు పాత్రల తయారీ భారీ పరిశ్రమగా వర్ధిల్లింది. అప్పటికే గాజు సామానులు వాడకం బాగా పరిపాటి అయిపోయింది. మధ్య యుగాలనాటికి వెనీస్.

పట్టణం గాజు పరిశ్రమకు గొప్ప కేంద్రంగా రూపొందింది. అందమైన నమూనా లకూ, నేర్పరులైన పనివారికీ నిలయమైంది. ఆ పేరు దానికి నేటికీ చెల్లుతూనే ఉంది.

పందొమ్మిదో శతాబ్దంలో గాజు పరిశ్రమ విశేషంగా అభివృద్ధి చెంద డానికి ప్రధాన కారణం గాజు కటకాలకు వైజ్ఞానిక పరిశోధనలలో ప్రత్యేక ప్రాధాన్యం లభించడమే. నిజానికి ప్రపంచం అంతటిలోనూ ఉత్పత్తి అయ్యే మొత్తం గాజులో చాలా స్వల్పభాగం మాత్రమే కటకాల తయారీకి వినియోగమవుతున్నది. అయితే ఈ కటకాలను మాత్రం నిర్దిష్ట ప్రమాణాలను పాటిస్తూ నిర్దుష్టంగా తయారు చేయవలసి ఉంది. కటకాల తయారీకి ఉపయోగించే గాజు కరగని కణాలూ, గాలి బుడగలు వగైరా లేకుండాను, అంతా ఏకసమంగా, ఒకే రకంగా ఒకే ప్రమా ణంలో ఉండాలి. ఏ విధమైన రంగు లేకుండా స్వచ్ఛంగా అమలంగా ఉండాలి. నిర్దిష్ట ప్రమాణాల ప్రకారం ప్రకాశ వక్రీభవన గుణాన్ని (రిఫ్రాక్టివ్ ఇండెక్స్), వెలుతురును విశ్లేషించే గుణం (డిస్పర్షన్) కలిగి ఉండాలి. ఇట్టి నిర్దిష్ట ప్రమా ణాల ప్రకారం గాజును తయారుచేయ బూనడంవల్ల గాజు తయారీకి సంబం ధించిన సాంకేతిక విజ్ఞానం ఎంతగానో పెంపొందింది. ఇందువల్ల పలురకాల గాజు లను చక్కగా చౌకగా తయారుచేయడానికి వీలైంది. జర్మనీలోని జెనా పట్టణంలో షాట్, అబ్బే అనే వైజ్ఞానికుల సమిష్టి కృషే ఇందుకు ఎంతో దోహదకారి అయింది. వీరుభయుల కృషి ఫలితంగా కటకాల తయారీకి పనికివచ్చే రకరకాల గాజులను తయారుచేసే పద్ధతులలో విప్లవాత్మకమైన మార్పులెన్నో వచ్చాయి. ఈ సంద ర్భంలో వారు కనుగొన్న కొత్త పద్ధతులవల్ల మొత్తం గాజు పరిశ్రమ కంతకూ ఎంతో లాభం చేకూరుతుంది.

గాజును సిద్ధహస్తులైన పనివాడు కడు వ్యయ ప్రయాసలకోర్చి తయారు చేయవలసి వచ్చే ఆ రోజులలో దానిని ఎంతో విలువైన అపురూప ద్రవ్యంగా పరిగణించడమే కాక వేషభాషలలో విశేషంగా వాడుక చేసేవారు. నాటినుంచి నేటివరకు ఆభరణ ప్రియులైన వారందరినీ గాజు అలంకార వస్తువుగా అలంక రిస్తూనే ఉంది. కాని ఇతరత్రా దానికి గల అసంఖ్యాక ప్రయోజనాలలో అది స్వల్పమాత్రమేనని చెప్పాలి.

ప్రొద్దుగూకులూ రెక్కలు ముక్కలు చేసుకోవలసిన పనిలేకుండా కావల సిన సరుకు సంతనీ భారీ ప్రమాణంలో త్వరత్వరగా తనంత తానే ఉత్పత్తి చేయ

గల స్వయం చోదకములైన యంత్రాలు కనిపెట్టడంతో గాజు పరిశ్రమ కూడా ఈ శతాబ్దంలో విరివిగా వృద్ధి చెందింది. రకరకాల సీసాలు, జాడీలు, పానపాత్రలు, చిమ్నీలు, రేడియో గొట్టాలు, బల్బులు, కోట్ల ప్రమాణంలో ఈ యంత్రాల తోడ్పాటుతో నేడు ఉత్పత్తి చేయబడుతున్నాయి. స్వయంచోదకములైన భారీ పోతయంత్రాల సాయంతో ఉరువూ, బరువూ కలిగి చిరకాలం మన్నే గాజు సామానులు విరివిగా తయారు చేస్తున్నారు. వైజ్ఞానిక పరిశోధన శాలలకు కావలసిన సమస్త సాధన సామగ్రినీ కూడా నిర్ణీత ప్రమాణాల ప్రకారం తరచుగా యంత్రాల సాయంతో తయారు చేస్తున్నారు.

ఈ విధంగా గాజు అనేక విధాల ఉపయోగపడుతున్న దంటే అందుకు కారణం తదనుకూలమైన భౌతిక లక్షణాలు చాలా ఉండడమే. కొంచెం వేడిచేసి సులువుగా యిష్టంవచ్చిన ఆకారానికి మలచడానికి వీలుండడం, చల్లారిన తరువాత యెట్టి మార్పులూ లేకుండా ఆయా రూపులలో అలాగే నిలిచి వుండగలగడం, ద్రవాలను, వాయుద్రవ్యాలను చొరనివ్వకపోవడం, నీటిలోగాని శక్తివంతములైన రసాయన ద్రవ్యాలలోగాని కరిగిపోకుండా వుండడం, యితర పదార్థములను అరిగించుకునే స్వభావంగల తీవ్ర వాయువులూ, రసాయన ద్రవ్యాలూ తగిలి ఏ విధమైన రసాయనిక మార్పునూ పొందకుండడం, స్థితిస్థాపక శక్తితోబాటు సహజమైన మన్నికా, బలమూ కలిగి వుండడం, శీతోష్ణాదిభేదాలకు త్వరలో లొంగిపోకుండడం, గట్టితనం, పారదర్శకత్వం, అనేక రంగులలో తయారు చేయడానికి వీలుండడం, విద్యున్నిరోధకం కావడం మున్నగునవి గాజు ముఖ్య లక్షణాలలో కొన్ని. గాజులో కలిసే వివిధ మూల ద్రవ్యాల రసాయన సమ్మేళనపు నిష్పత్తిని బట్టి దాని లక్షణాలు చాలావరకు నిర్ణయమవుతాయని వైజ్ఞానిక పరిశోధనలవల్ల నిరూపితమైంది. పైగా ఈ నిష్పత్తిలో తగు విధమైన మార్పులు చేయడం ద్వారా ఆయా గాజు రకాల స్వరూప స్వభావాలను పూర్తిగా మార్చివేయవచ్చునని కూడా బుజువైంది. నిజానికి యిట్టి వైజ్ఞానిక పరిశోధనల ఫలితంగా గాజు పరిశ్రమ యిదివరకే విశేషంగా అభివృద్ధి చెందింది. ఈ సందర్భంలో అమెరికా కార్నింగ్ గ్లాసు కంపెనీ ఆధ్వర్యాన కొనసాగిన పరిశోధనల ఫలితంగా వేడివలన రసాయనిక ద్రవ్యాల వలన సాధారణంగా యెలాంటి మార్పును పొందకుండా యెంతో బలాన్ని కలిగి వుండే గాజు రకాలను తయారుచేసే పరిశ్రమ విశేషంగా వృద్ధి పొందింది. ఆ సంస్థ వారు ప్రత్యేకంగా తయారుచేసిన 'పైరెక్స్ గ్లాస్' అనే గాజు రకాన్ని గురించి

కాలిఫోర్నియాలోని మౌంటుపలమోర్ గ్రహవేధశాలలో నెలకొల్పబడిన దూర దర్శినికి కావలసిన రెండువందల అంగుళముల వ్యాసము కల అద్దములను గురించి అందరికీ తెలిసే వుంటుంది.

గాజు ఉత్పత్తిదారుల అభిరుచులను గురించీ, ఆలోచనా సరళిని గురించీ శ్రీ మోరేకు చాలా తెలుసు. ఆ విషయమై ఆయనకు శ్రద్ధాసక్తులు ఎక్కువ. తన పుస్తకంలో ఆయనకు గాజు లక్షణములను గురించి యింతవరకు లభించిన సర్వ సమాచారాన్ని సదా సద్వివేచనతో క్రమపద్ధతిలో పొందుపరచి అందించారు. గాజు భౌతిక లక్షణాలలో ఇరవై ప్రత్యేక విశేషాలను గురించి ఇరవై ప్రత్యేక ప్రకరణాలలో క్షుణ్ణంగా చర్చించారు. ఈ సందర్భంలో బజారులో సామాన్యంగా విరివిగా దొరికే గాజు రకాలను గురించి మాత్రమే కాక, గాజు తయారీకి సంబం ధించిన ప్రత్యేక వైజ్ఞానిక సూత్రాలను వివరించడానికి వీలైన యితర సామాన్య గాజు రకాలను గురించి కూడా విపులమైన ఉదాహరణ లిచ్చారు. ఈ గ్రంథంలో పేర్కొన్న వివిధ ప్రయోగాల ఫలితాలు, ఆయనా ఆయనతో కలసి వాషింగ్ టన్‌లోని జియోఫిజికల్ లేబొరేటరీలో పనిచేసిన సహ వైజ్ఞానికులూ స్వయంగా సాధించినవే। పన్నాలుగేళ్ళ కృషి ఫలితమే యీ ఉద్గ్రంథమని గ్రంథాదిని శ్రీ మోరే చెప్పిన మాట. గ్రంథం చదివిన తరువాత నిజమే అనిపించడంలో వింతేమీ లేదు.

వస్తుతః గాజు నిర్మాణమును వివరించే చిట్టచివరి ప్రకరణం ఒక ఎత్తూ. మిగతా పుస్తకం అంతా ఇంకొక ఎత్తూను. ఇది విషయ ప్రమాణంలో చాలా గొప్పది. పరిమాణంలో చాలా చిన్నది. ఇదేమీ ఆశ్చర్యకరమైన విషయం కాదు. ఇందుకు కారణం గాజు నిర్మాణ రహస్యానికి సంబంధించిన ప్రధాన సమస్య పరిష్కారానికి గడచిన రెండు దశాబ్దాలలోను తీవ్రమైన పరిశోధనలు బహు విస్తృతంగా జరిగినా, అది నేటికి; అపరిష్కృతంగానే వుండిపోయింది. ప్రకృతి సిద్ధంగా దొరికే అబ్సిడియన్. గ్రానైట్ అనే నల్లరాయి, ఈ రెండింటికి మధ్య గల తారతమ్యాలను ఉదాహరించి యీ సమస్యను వివరించవచ్చు. కొంచెం హెచ్చుతగ్గుగా ఈ రెండింటిలోని రసాయన సమ్మేళనం ఒకటే అయినప్పటికీ వాని నిర్మాణ క్రమంలో స్వరూప స్వభావాలలో మాత్రం చాలా తేడాలున్నాయి. నల్లరాయి ముతకరకం మోటు స్ఫటికం. ఇందులో ఉన్న స్ఫటికశిల (క్వార్ట్జ్). ఘనస్ఫటికం (ఫెల్స్‌ఫార్) అభ్రకము (మైకా) తాలూకు చిన్న చిన్న భాగాలన్నీ

మన కంటికి సులభంగా కనబడతాయి. ఇంక అబ్సిడియన్ ఎట్టిదంటే పిండివలె ఒక నిర్మాణ క్రమమంటూ లేని ఘనద్రవ్యం. స్ఫటిక శిలా, భూ స్ఫటికమూ అభ్రకమూ వీని స్ఫటికములలో పరమాణువులు ఒక అద్భుత క్రమంలో తీర్చిదిద్ది నట్టు అమరిఉంటాయని ఎక్స్ కిరణ పరిశోధనల వలన నిరూపితమైంది. ఇంక పిండివంటి ఘనద్రవ్యంలోనూ, లేదా గాజులోను పరమాణు క్రమాన్ని నిరూపించే ఎక్స్ కిరణ చిత్రములు, ద్రవ ద్రవ్యముల ఎక్స్ కిరణ చిత్రములలో దగ్గర పోలికలు కలిగి ఉంటాయని తేలింది. గాజు నిర్మాణం, సిలికాన్ సైకత ద్రవ్యం పరమాణువుల మధ్య ఆమ్లజని పరమాణువులతో నిండివుంది. మూడు పరిమాణములలో అడ్డదిడ్డముగా అల్లబడిన దోమ తెరవలె ఉండవచ్చునని ఆధునిక వైజ్ఞానికులు అభిప్రాయపడుతున్నారు. ఈ వలలలో కొన్ని కొన్ని సోడియమూ, కాల్షియమూ వంటి లోహముల పరమాణువులు వుంటాయి. గాజు నిర్మాణంలో అన్నీ ఒక క్రమంలో పునరావృతం కాకపోవడం చేత స్పష్టంగా స్ఫటికాకార నిర్మాణంలో వలె ఉండదు. గాజు నిర్మాణ వైచిత్రి క్రమబద్ధమైనది కాక పోవడంవల్ల, దాని రసాయనిక సమ్మేళనంలో ద్రవ్యాల నిష్పత్తి నిర్దిష్టంగా ఉండజాలదు. గాజు రసాయనపు నిష్పత్తిని విస్తృత ప్రాతిపదికపై ఇష్టం వచ్చినట్లు మార్చవచ్చునన్నది తెలిసినదేకదా. గాజు రకాలన్నింటిలోకి శుద్ధమైన సిలికన్ డయాక్సైడ్ అనగా కరిగిన స్ఫటిక శిల. లేదా స్ఫటిక రూపంలో వుండే సిలికా సర్వశ్రేష్ఠమైనది. అయితే యిది బహు వ్యయ ప్రయాసైక సాధ్యమైనది మాత్రమే కావడంచేత, ఏవో కొన్ని ప్రత్యేక ప్రయోజనాల కోసమే దీనిని వాడుక చేస్తున్నారు.

గాజును గురించి శ్రీ మోరే వ్రాసినది మిక్కిలి పాండిత్య ప్రకర్ష కల ఉద్గ్రంథమని వేరుగా చెప్పనక్కరలేదనుకుంటాను. ఇది రచయితకూ, ప్రచురణ కర్తలకూ గ్రంథమాలకూ ఎనలేని గౌరవాన్ని చేకూర్చే ఉత్తమ గ్రంథం. ప్రధానంగా జ్ఞాన లాభం కలిగించే గ్రంథం. అసలు యిట్టి సాంకేతిక గ్రంథాలు మరొక విధంగా ఉండడానికి ఎంతమాత్రం వీలులేదు. కేవలం తోచిన విధంగా తొందరపాటు చేసే ప్రయత్నముల వలనగాక, శాస్త్ర పరిశోధనోత్సాహ భరితమైన ఓర్పుతో నేర్పుగా కృషి చేయడం వల్లనే నిజమైన పారిశ్రామికాభివృద్ధి సాధ్యమవుతుంది అనే అంశం దీనిని చదవడంవల్ల విదితమవుతుంది.

12. వాతావరణంలో విద్యుచ్ఛక్తి

ఒక జాలరి సముద్రంలోకి వలను విసిరి సాలమన్ రాజు ముద్రతో ఉన్న సీసపు మూత గల బరువైన ఇత్తడి సీసాను పైకి తెచ్చిన కథ 'అరేబియన్ నైట్స్' గ్రంథంలోనిది. సీసాలో ఏముందో చూద్దామని ఆ జాలరి మూతను ఊడదీసే సరికి, అందులోనుంచి ఆకాశం అంత ఎత్తుండే బ్రహ్మాండమైన భూతం ఒకటి పైకి దూకి తక్షణమే, దారుణంగా చంపివేస్తానని ఆ జాలరిని బెదిరించింది. కాని వాడు దాని ఎత్తుకు పై ఎత్తువేసి, ఆ భూతాన్ని మెల్లిగా మళ్ళీ సీసాలోకి వెళ్లేటట్టు చేసి, అది ఇంకెప్పుడూ తిరిగి బయటకు రావడానికి వీలులేకుండా మూతను యథాప్రకారం బిగించేశాడు. అప్పుడా భూతం. ఎంతో భయభక్తులతో జాలరి చెప్పుచేతలలో మసలవలసి వచ్చిందట

ప్రకృతి శక్తులను మానవుడెట్లు వశపరచుకున్నాడో చెప్పడానికై ఈ జాలరి భూతం కథ ఒక మంచి సామ్యం. ఈ ప్రకృతి శక్తులు విశృంఖల స్థితిలో అపాయకరమైనట్టివీ, వినాశకరమైనట్టివీ. ప్రమాదకరమైనట్టివీని. కాని ఒకసారి అదుపాజ్ఞలలోనికి తెచ్చుకో గలిగిన తరువాత మాత్రం వాటిని మన ఇష్టానుసారం లొంగదీయవచ్చును. ఇందుకొక మంచి ఉదాహరణ ; విద్యుచ్ఛక్తి. అది నేడు మనకు ఎన్నో విధాల సమర్థకంగా. సార్థకంగా ఊడిగం చేస్తున్నది. అపూర్వమూ ఆశ్చర్యకరమూఅయిన ఈ అద్భుత శక్తిని మనం ఈనాడు సర్వసామాన్యమైన విషయంగానే పరిగణిస్తున్నప్పటికీ నిజానికి అది అజ్ఞాతమూ, అగాధమూ అయిన విజ్ఞాన జలధి గర్భం నుండి అమూల్య జ్ఞాన నిధులను సంతరించడానికి, ప్రాణాలొడ్డి ప్రథమంగా పరిశోధనలు సాగించిన ప్రముఖ విజ్ఞానుల కృషి ఫలితంగానే మనకు అందుబాటులోకి వచ్చింది.

విద్యుచ్ఛక్తి తొలి చరిత్ర మనోజ్ఞమైనది. దానిలో సుప్రసిద్ధ అమెరికన్ రాజనీతిజ్ఞుడు, తత్వజ్ఞుడు అయిన బెంజమిన్ ఫ్రాంక్లిన్ పాత్ర అత్యంత ఆకర్ష

జీయమైనది. అది 1746. అప్పుడు నలభై ఏళ్ళ నడివయస్సులో ఫ్రాంక్లిన్‌కి విద్యుచ్ఛక్తి పరిశీలన పట్ల తొలిసారిగా ఎంతో ఆసక్తి కలిగింది. అతంట విద్యుచ్ఛక్తి స్వరూప స్వభావాలను తెలుసుకునే నిమిత్తం వివిధానేక ప్రయోగాలు చేశాడు. ఈ సందర్భంలో 1756 లో ఆయన చేసిన ప్రయోగం జగద్విఖ్యాతమైనది. ప్రళయకాల భయద జీమూతోరుగళ గంభీర ఫెళఫెళార్భటులతో కుంభవోతగా వాన కురుస్తున్నప్పుడు కనబడే మెరుపు విద్యుల్లత తప్ప మరేమీ కాదని, ఇది ప్రయోగశాలలో స్వల్పావధిని సాధించిన విద్యుత్తు ఒకటేనని తాను లోగడ చెప్పినదానిని సోదాహరణంగా ఋజువు చేశాడు. నాటి నుంచి నేటివరకూ అనేకమంది భౌతిక శాస్త్రజ్ఞులు వాతావరణంలోని విద్యుచ్ఛక్తిని గురించి నిరంతరాయంగా, నిత్యోత్సాహంగా అవిరళమైన ఆసక్తితో పరిశోధనలు చేస్తూనే వున్నారు. అప్పటి నుంచి ఇప్పటికి సుమారు రెండు శతాబ్దులు గతించినా, దీనిని గురించి సమగ్ర పరిశోధన సంపూర్తిగా జరిగిందని చెప్పటానికి లేదు. నిజానికి ఉరుముతున్న మేఘాల మధ్య రకరకాలుగా ప్రత్యక్షమయ్యే విద్యుచ్ఛక్తి విలాసపు స్వరూప స్వభావాలను నిర్ధారించటానికీ, నిర్వచించడానికీ నేటికీ తర్జన భర్జనలూ, పరిశోధనలూ జరుగుతూనే వున్నాయి.

కేవలం వైజ్ఞానిక దృష్టితోనేమి, యితర ప్రత్యక్ష ప్రయోజనాల దృష్టిలోనేమి మెరుపును గురించిన పరిశీలన ఎంతో ఆసక్తికరమైనది. పిడుగు యొక్క విధ్వంసక శక్తి లోక విదితం. ఎత్తయిన భవనాలను పిడుగుపాటు నుంచి కాపాడే నిమిత్తం ఆకసంవైపు సన్నని కొనలుగల పొడుగాటి లోహపుకడ్డీలను పై అంతస్తు నుంచి పునాదుల వరకు అమర్చడం మంచిదని ముందుగా సూచించిన ఘనత బెంజమిన్ ఫ్రాంక్లిన్‌దే. ఆనాటి నుంచీ ఈ సూచన వాగా వాడుకలోకి వచ్చింది. మెరుపుల దుష్పరిణామం విద్యుచ్ఛక్తి సరఫరా చేసే తీగలమీద, రేడియో ప్రసారంమీద విశేషంగా కనబడుతూ వుంటుంది. పైగా వాతావరణంలో విద్యుత్పరిణామానికి, వాతావరణ విజ్ఞానానికి సన్నిహిత సంబంధం కలది కావడంచేత, మెరుపును గురించిన పరిశోధనలు ఎంతో ముఖ్యమైనవి.

ప్రయోగశాలలో కృతకంగా సృష్టించిన విద్యుల్లతను, ఆకసంలో కనబడే సహజమైన మెరుపుతో పోల్చి చూడదలచినప్పుడు, ఈ రెండింటి పరిమాణాల మధ్యగల విశేష తారతమ్యాన్ని మరచిపోకూడదు. అయితే కొన్ని కోట్ల వోల్టుల శక్తిమంతమైన విద్యుచ్ఛక్తిని, కొన్ని గజాల పొడుగైన మెరుపులనూ సృష్టించ

గలిగిన విద్యుద్యంత్రములు అనేక ప్రయోగశాలలలో నేడు వాడుకలో ఉన్నాయి. అయితే ప్రయోగశాలలలో సృష్టించగలిగిన వాటన్నింటిలోనూ పొడుగైన విద్యుల్లత కంటె ఆకసంలో మెరుపు అనేక వేల రెట్లు పొడవుగా ఉంటుంది. ఉరుముతున్న మేఘములలో మెరుపులకు కావలసినంత విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పత్తి కావడం ఆశ్చర్యకరమైన విషయమే. ఉరుములతో, మెరుపులతో గర్జిస్తూ ఉండే మేఘాలను పరిశీలించినప్పుడు, అవి అతివేగంగా ఊర్ధ్వాభిముఖంగా పోతూండే గాలిలో చిక్కుకుపోయి దానితోపాటు పయనిస్తున్నట్టు స్పష్టమౌతుంది. ఉరుములతో కూడిన మేఘాలకుండే సహజ లక్షణాలలో ఈ ఊర్ధ్వ చలనం ఒకటి. పైగా మేఘభాగముల మధ్యనుండి విద్యుచ్ఛక్తిని వేరుచేయడానికి అవసరమైన భౌతికశక్తి సైతం ఈ ఊర్ధ్వ చలనం వల్లనే లభించుచున్నట్లు స్పష్టం. ఊర్ధ్వాభిముఖమైన వాయు ప్రవాహం తన వెంట ధన విద్యుత్తునో, ఋణ విద్యుత్తునో ఏదో ఒకదానిని అధిక ప్రమాణంలో తీసుకొనిపోవడంవల్ల, దాని క్రింద నున్న మేఘభాగంలో తద్వ్యతిరేకమైన విద్యుత్ప్రవాహం అధిక ప్రమాణంలో చేరుకుంటుందని భావించడం సహేతుకమే. పరస్పర విరుద్ధములైన రెండు విద్యుచ్ఛక్తులు ఇలా విడదీయబడి మేఘములో చెరొకవైపు చేరినప్పుడు, ఆ రెండు భాగములూ విభిన్న విద్యుదావేశం పొందుతాయి. పరస్పరవిరుద్ధమూ, విభిన్నమూ అయిన ఈ రెండు విద్యుదావేశముల పరస్పరాకర్షణ క్రమంగా పెరిగి, అంతవరకు వాటిని విడదీసి ఉంచిన వాయునిరోధం క్రమంగా బలహీనమై, చివరకు భంగమైపోయినప్పుడు అవి ఒక్కుమ్మడిని కలుసుకుంటాయి. ఆ క్షణంలో మెరుపు పుడుతుంది.

పెద్దపెద్ద నీటి బిందువులు చిన్న చిన్న నీటిబిందువులకంటె చాల త్వరగా గాలిలోనుంచి క్రిందికి పడతాయనీ, నీటి బిందువులు చిన్నవైనకొలదీ క్రిందకు పడడానికి బదులు ఊర్ధ్వాభిముఖమైన వాయు ప్రవాహంతోబాటు పైకి తీసుకొనిపోబడతాయనీ జ్ఞాపకం ఉంచుకుంటే, ఉరుముతున్న మేఘములోని విద్యుచ్ఛలనము బాగా అర్థమవుతుంది. ధన విద్యుదావేశమునో, ఋణ విద్యుదావేశమునో విశేషంగా పొందిన పెద్దపెద్ద నీటి బిందువులు క్రిందికి పడినప్పుడు, వానితోపాటు సందర్భానుసారంగా ధనాత్మకమో, ఋణాత్మకమో అయిన విద్యుత్ప్రవాహం అధోగామి అవుతుందనీ, అలాగే తద్విరుద్ధమైన విద్యుదావేశం ఎక్కువగా కలిగిన సూక్ష్మజల బిందువులతోబాటు అందుకు సంబంధించిన విద్యుత్ప్రవాహం ఊర్ధ్వ

గామి అవుతుందనీ, అందువల్ల మేఘములో విద్యుద్విశ్లేషణ జరుగుతుందనీ వేరే చెప్పనవసరంలేదు.

ఈ సందర్భంలో సర్ జార్జి సింప్సన్, ఆచార్య సి.టి.ఆర్. విల్సన్‌లు ఇద్దరూ చెరొక వాదాన్ని ప్రతిపాదించారు. ఉభయులూ తమ తమ వాదనలను నిరూపించుకోడానికిగాను ప్రయోగాత్మకమైన ప్రత్యక్ష సాక్ష్యాన్ని చాలా ఉదహరించారు. ఉరుములతో, మెరుపులతో కూడిన మేఘములలోని స్థితిగతులనుబట్టి ఊర్ధ్వగామియైన వాయు ప్రవాహముతోబాటు పైకి వెళ్ళే నీటిబిందువులకు వాటి వాటి పరిణామాలనుబట్టి ఋణాత్మకమో, ధనాత్మకమో అయిన విద్యుదావేశం కలుగుతుందని వీరుభయులూ చేసిన ప్రయోగాలు ఋజువు చేశాయి. అయితే వీరుభయుల ప్రతిపాదనలలో ఏది సత్యమో, ఏది నిత్యమో ఇంకా పూర్తిగా తేలనందున వివరాల జోలికి పోనవసరంలేదు. అయితే పరస్పర విరుద్ధములైన ఈ రెండు సిద్ధాంతాలలోను ఏది సరియైనదో తెలుసుకోవాలనే కుతూహలంతో ప్రయోగశాలలలోనూ, ఇతరత్రాను కూడా ఎంతో కృషి జరిగింది. ఇందుకు సంబంధించిన యావద్విశేషాలనూ తెలుసుకోవడానికి చర్చలూ, వాదోపవాదాలూ, ప్రయోగాలూ, పరిశీలనలూ చాలా జరిగాయి. ఉరుములు, మెరుములతో కూడిన మేఘములలో జరిగే విద్యుద్విశ్లేషణ ప్రమాదాన్ని కొలవడానికీ, మేఘము లోపలా, వెలుపలా ఉండే విద్యుత్ క్షేత్రముల బలమును లెక్కించడానికీ విపులమైన సన్నాహాలతో విశేష పరిశ్రమకై సాధ్యమైన కృషి చాలా జరిగింది.

మేఘములలో మెరుపు స్వరూప స్వభావములను గురించీ, దాని కాల పరిమితిని గురించీ మెరుపు మెరిసేటప్పుడు, మెరిసేచోట, పరిసరాలలోని విద్యున్మండలంలో జరిగే మార్పులను గురించీ ఆసక్తిజనకమైన పరిశోధనలు ఇటీవల చాలా జరిగాయి. ఈ సందర్భంలో అమిత వేగంతో కదలిపోయే 'ఫొటోగ్రాఫిక్ ఫిలిమ్' మీద మెరుపును ఛాయా చిత్రంగా సంగ్రహించడానికి తగు ఏర్పాట్లు చేశారు. ఇందువల్ల ఒకదాని నొకటి అనుసరిస్తూ ఒకే మార్గంలో పయనించే రకరకాల మెరుపులను సులువుగా విడదీసి ప్రత్యేకంగా చూపడానికి వీలైంది. పైగా ఈ ఫిలిమ్‌ను తగినంత వేగంతో త్వరితగతిని కదపగలిగిననాడు ప్రతి మెరుపు యొక్క వృద్ధి క్షయాలను, అది ఎంతకాల వ్యవధిలో ఏ విధంగా శాఖోపశాఖలుగా చీలిపోతుందో, అందుకు సంబంధించిన సర్వవివరాలను సరిగా కనిపెట్టి నిర్ణయించడానికి వీలవుతుంది. ఇందువల్ల మెరుపులో వెలువడే విద్యుత్ప్రవాహపు

పరిణామ పరంపరను మరింత సమగ్రంగానూ, స్పష్టంగానూ తెలుసుకోవడానికి వీలవుతుంది. మెరుపు మెరిసినప్పుడు, మెరిసేచోట, పరిసరాలలోను ఏర్పడే విద్యుత్క్షేత్ర పరిశీలనకై ఛాయా చిత్రాలతోపాటు 'కేథోడ్ రే ఆసిలోగ్రాఫ్' యంత్రాన్ని కూడా ఉపయోగించడంవల్ల ఆ సందర్భంలో సంభవించే పరిణామ పరంపర ఒకటి ఏ క్రమంలో ఎంత కాలవ్యవధిలో జరిగేదీ బాగా తెలిసింది.

వాతావరణం పొడిగా ఉన్నప్పుడు సైతం దానిలో విద్యుదావేశం ఉంటుందనీ, అది కొంత బలమైనదే అయినప్పటికీ, ఆ సంగతి మనకు సాధారణంగా తెలియదనీ, అది మన భూమిమీద అనుక్షణం ఎక్కడనో ఒకచోట ఉరుములూ, మెరుములతో కూడిన తుఫానులు కలుగుతూ ఉండడంవల్లనే, ఎల్లప్పుడూ ఏర్పడుతున్నదనీ ఆచార్య సి.టి.ఆర్. విల్సన్ ప్రథమంలో ప్రతిపాదించిన వాదాన్ని మన మంగీకరిస్తే అట్టి తుఫానులలో ఏర్పడే విద్యుచ్ఛక్తిని గురించి ఇతోధికమైన శ్రద్ధాసక్తులతో పరిశీలించవలసి ఉంటుంది. వాతావరణ అధోమండలాలలోనే ఉరుములతోను, మెరుపులతోను కూడిన తుఫానులు సంభవిస్తూ ఉంటాయి. వీటి వలన వస్తుతః విద్యుద్వాహకాలైన వాతావరణపు ఊర్ధ్వ మండలాలలో కూడా మార్పులు వస్తూంటాయి.

మామూలుగా ఉరుములతో, మెరుములతో కూడిన తుఫానులో, భూమిమీద ఉన్న అత్యంత శక్తివంతమైన విద్యుదుత్పాదన కేంద్రా లన్నింటికన్న పెద్దది. ఉత్పత్తి చేయగల దానికంటె ఏన్నో రెట్లు విద్యుచ్ఛక్తి వ్యర్థమై పోతూంటుంది. ఉరుములతో, మెరుములతో కూడిన గాలి వానలు కావాలన్నప్పుడు రావనే మాట అలా ఉండగా, వాటినుంచి విడుదల అయ్యే విద్యుచ్ఛక్తిని వినియోగంలోనికి తెచ్చుకోవడానికి ప్రయత్నించడం పెద్దపులిని బండికికట్టి లాగించడానికి ప్రయత్నించడం వంటిదవుతుంది. ఈ సందర్భంలో ఆల్ప్స్ పర్వత శ్రేణిలో ఒక లోయలో ఉరుములతో మెరుములతో కూడిన తుఫానులో ఉండే విద్యుచ్ఛక్తిని పరిశోధించిన ప్రతిభా శాలియైన ఒక యువ భౌతికశాస్త్ర విజ్ఞానవేత్త పడిన పాట్లు, పొందిన దుర్గతి జ్ఞాపకం వస్తోంది. అతడు చేసిన పరిశోధన అయితే

జయప్రదమే అయింది. కాని అతని పరిశోధనా ఫలితములను వివరించు పత్రములో విజ్ఞాన శాస్త్రాభివృద్ధి కొరకై ఆత్మార్పణ చేసిన అతని మరణవార్త కూడా చేర్చబడినది. వాతావరణము పొడిగా ఉన్నప్పుడు సైతం, దానిలో నిక్షిప్తమై ఉండే విద్యుచ్ఛక్తిని వినియోగించే నిమిత్తం బహుళ ప్రయత్నములు జరిగినవి. కాని అందువల్ల ఇంతవరకు గణనీయమైన ఘన విజయమేమీ లభింపలేదు. పైగా వాతావరణములోని విద్యుచ్ఛక్తిని భావికాలంలో నైనా వినియోగించుకో గలమనే ఆశకు అవకాశమేమీ అంత ఎక్కువగా కనబడడం లేదు.

13. నవ్య భౌతిక విజ్ఞాన విశేషాలు : స్ఫటిక నిర్మాణం

స్ఫటికను గురించి మనకు తెలిసినదంతా పలువురు పరిశోధకులు విభిన్న విజ్ఞానశాస్త్ర శాఖల్లో సాగించిన కృషి ఫలితమే అనే విషయం సమస్త శాస్త్రాలకు లక్ష్య లక్షణాలు ఒక్కటే అని చెప్పడానికి మంచి ఉదాహరణ ; అందునా స్ఫటిక విజ్ఞానం, ముఖ్యంగా నూతన ఖనిజములకై అన్వేషణ జరిపే వారికీ, భూగర్భ శాస్త్రజ్ఞులకూ ఎంతో ఋణపడి ఉంది. వీరు వివిధ ఖనిజములుండే చోట్లను కనిపెట్టి, పలకలు బాగా ఏరిన స్ఫటికములను సేకరించి పరిశీలకులకు అందుబాటులో ఉంచడం వల్లనే స్ఫటికముల స్వరూప స్వభావములను గురించి పరిశోధించడానికీ, పరిశీలించడానికీ వీలు కలిగింది. తన పరిశీలనకు కావలసిన సరియైన స్ఫటికములను సంపాదించడానికి స్ఫటిక విజ్ఞానానికి వారి సహాయం చాలా కావాలి. కాని లోహ శాస్త్రజ్ఞుల కొలిమలలోనూ, మూసలోను రసాయనిక ద్రవ్యములను ఉత్పత్తి చేసేవారు ఉపయోగించే పెద్ద తొట్టెలలోను ఘన ద్రవ్యములను పొందగల స్ఫటికాకృతులను మంచి ఉదాహరణలు అప్పుడప్పుడు లభించగలవు. వీటికితోడు ఇతరత్రా దొరకని ద్రవ్యములను పరిశీలన చేయదలచినప్పుడు, ఈ వైజ్ఞానికులు స్వయ కృషితో స్ఫటికములను రూపొందించుకోవలసి ఉంటుంది. కరిగిన ద్రవ్యమును నెమ్మదిగా ఘనీభవింప జేయటం, ద్రావణములనుండి నియంత్రణ పూర్వకంగా స్ఫటికములను రూపొందించడం అనేక స్ఫటికాకృతులలో లభించే వాటికి తగు విధంగా ఉష్ణ చికిత్సను చేయడం, వగైరా విధానాలను ఈ సందర్భంలో పెంపొందించారు. వీటిని యథోచితంగా అనుసరించి కావలసిన పరిమాణములో స్ఫటికములను విడివిడిగా తయారు చేస్తుంటారు. తీర్చిదిద్దినట్లుండే స్ఫటిక ముఖముల మధ్య ఏర్పడిన కోణములను కొలిచీ, అవసరమైతే మరికొన్ని ప్రత్యేక పరీక్షలుచేసి ప్రతి స్ఫటికపు సౌష్ఠవాను రూపాలను నిపుణు

డయిన స్ఫటిక శాస్త్రజ్ఞుడు నిర్ణయిస్తాడు. సాధారణంగా స్ఫటికాలలో ముప్పై రెండు జాతులుండవచ్చునని సిద్ధాంతరీత్యా నిర్ణయించారు. ప్రకృతి సిద్ధంగా కూడా ముప్పైరెండు జాతుల స్ఫటికాలే దొరుకుతున్నాయి. ఈ ముప్పై రెండింటిని ఆరు, లేదా ఏడు విధాలుగా వర్గీకరించవచ్చు. మాటవరుసకు ఘనములుగా ఉండే స్ఫటికాలనే చూడండి : వీటిలో ఐదు జాతులున్నాయి. వీనిలో ఒక్కదాని సౌష్ఠవాను రూపాలలో తేడాలుంటాయి. అయితే ఈ ఐదు జాతులలోను నాలిగింటిలో ఉండే భేదముల సంఖ్య ఘనములలో ఉండదగిన వాటికంటె చాలా తక్కువే. స్ఫటికముల సౌష్ఠవాను రూపనులు, వాటి ముఖముల సంఖ్య, రూపురేఖలనుబట్టి వ్యక్తమవుతుంటాయి. ఘనముల శ్రేణికి చెందిన మేలుజాతి స్ఫటికములో ఒకే రకమునకు చెందిన ముఖములు, 48 కంటె తక్కువ ఉండడానికి లేదు. నాసిరకం స్ఫటికాలలో ఇట్టి ముఖముల సంఖ్య 24 కు గాని, పన్నెండుకుగాని పరిమితమై ఉంటుంది. అయితే ఈ విధంగా ఎక్కువ సంఖ్యలో పలకలు చేరి ఉండడం ఘన స్ఫటికపు మూడు ఘన అక్షముల మీదకు వివిధ కోణములలో ఒదిగియున్నప్పుడు మాత్రమే సాధ్యమవుతుంది.

ప్రతి స్ఫటికము ఏ జాతికి చెందినదో సరిగా వర్గీకరించడం అత్యంత ప్రధానమయిన విషయం. అందువల్ల స్ఫటికపు అంతరంగిక నిర్మాణమును పోల్చుకోవడానికి వీలవుతుంది. పైయీ వర్గీకరణ దాని భౌతిక లక్షణములకు సన్నిహితంగా ఉంటుంది. అందుచేత స్ఫటికముల రూపురేఖలను నిర్ణయించి వర్గీకరించే స్ఫటిక విజ్ఞాని చేసేపని రసాయన శాస్త్రజ్ఞులకూ, భౌతిక శాస్త్రజ్ఞులకూ కూడా సమానంగానే ఉపకరిస్తుంది. స్ఫటికములలో 32 విధములైన సౌష్ఠవానురూపము లుండడానికి వీలుంది కనుక 32 విధాలైన భౌతిక, లక్షణాలుండి తీరాలని అనుకోకూడదు. నిజానికి ఘనముల శ్రేణిలోని స్ఫటికముల నిర్మాణ వైవిధ్యాన్నిబట్టి, ఇతర లక్షణాలనుబట్టి వాటిని అయిదు విధాలుగా వర్గీకరించినప్పటికీ వాటికి వేడికి పొందగల వ్యాకోచ సామర్థ్యం, ఉష్ణవాహకశక్తి అన్ని వైపులా సమానంగా ఉంటాయి. ఘనముల శ్రేణికి చెందిన జాతుల స్ఫటికాలలోను (రిఫ్రాక్టివ్ ఇండెక్స్) ప్రకాశ వక్రీభవన శక్తికూడా సమానంగానే ఉంటుంది. అయితే, ఈ ముప్పైరెండు జాతులను ఏదో ప్రాతిపదికపై స్ఫటికనైజమును సూచించగల స్వల్ప సంఖ్యాక వర్గములలో యిమడ్చవచ్చు. ఇందుకు ఒక ఉదాహరణ : స్థితిస్థాపక శక్తి ప్రాతిపదికగా వీటిని తొమ్మిది వర్గాలుగా వింగడించవచ్చు. ఉష్ణ

స్పర్శతో పొందగల వ్యాకోచశక్తి ఉష్ణవాహకత్వం ప్రాతిపదికగా ఐదు వర్గాలు ఏర్పడవచ్చు; ఇలాగే తక్కినవి కూడా.

ఈ 32 జాతులలోను పదకొండింటికి సౌష్ఠవానురూప కేంద్రం ఉంటుంది. ఇట్టి కేంద్రం లేని మిగతా 21 లోను, పదిహేనింటికి కుడిచేతి వాటమో, లేక ఎడమచేతి వాటమో ఉంటుంది. మిగిలిన ఆ రెండింటికీ ఏ వాటమూ ఉండదు. స్ఫటిక నిర్మాణములో వ్యక్తమయ్యే ఈ విభిన్న వైఖరులపై ముఖ్యమైన భౌతిక విషయాలు అనేకం ఆధారపడి వున్నాయి. చతుర్ముఖ ఘన త్రిభుజాన్ని (టెట్రా హెడ్రన్), అష్టముఖ ఘన త్రిభుజాన్ని (ఆక్టా హెడ్రన్) పరిశీలించితే, ఈ సౌష్టవానురూప కేంద్రం అంటే ఏమిటో స్పష్టమవుతుంది. ఇందులో చతుర్ముఖి కన్న అష్టముఖికి రెట్టింపు ముఖములుంటాయి. అయితే, ఈ రెండింటికి మధ్య వుండే ముఖ్యమయిన తేడా ఏమిటంటే, అష్టముఖికి సౌష్టవానురూప కేంద్ర మంటుంది. చతుర్ముఖికి వుండదు. ఇక ఎడమ, కుడిచేతి వాటములను గురించి అందరికీ తెలుసు గనుక వేరే వివరింప నక్కరలేదు. ఈ లక్షణములను కనబరచు స్ఫటిక జాతులలో ఎడమ వాటముగాని, కుడి వాటముగాని కలిగినట్టి మరమేకు లనూ, లేక నేలమీదనుంచి పై అంతస్తు వరకూ విస్తరించివుండే శంఖమువంటి సర్పిలాకారపు మేడమెట్లను పోలివుండే పరమాణు సమూహాలను మనం గుర్తించ వచ్చును.

స్ఫటికములలో ఉండే కుడి ఎడమ వాటములు తేజోకిరణముల ప్రసార ప్రభావం వలన వ్యక్తమవుతాయి. ఇది తేజః కిరణము చెరుకు ద్రావణం ద్వారా ప్రసరించునపుడు పరిభ్రమించే ప్రసారతలంలో ప్రత్యక్షమయ్యే మార్పును ఘన ముల శ్రేణికి చెందని స్ఫటికములలో ఒక కిరణమే రెండుగా విభజితమై రెండు వేరు వేరు మార్గాలలో ప్రసరించే (డబుల్ రిఫ్రాక్షన్) గుణం ఉండడం చేత తేజః ప్రసారానికి సంబంధించినంతవరకు స్ఫటికపు నైజంలో తేడాలు వస్తాయి. క్లిష్టత ఎక్కువవుతుంది. అయినప్పటికీ చక్కగా వీలుగా కోసిన స్ఫటికపు పలక లోంచి చూచినపుడు పరిభ్రమించే ప్రసార తలంలో కలిగే మార్పులను సులువుగా గుర్తించవచ్చు. ఇట్టి లక్షణము స్ఫటికము లన్నింటిలోను 'క్వార్ట్జ్' అనబడే స్ఫటిక శిలయ ఎక్కువ.

ఒత్తిడి భేదముచేత ఉత్పత్తిఅయ్యే విద్యుచ్ఛక్తి (ఆంగ్లంలో పీజో - ఎలెక్ట్రిసిటీ) ఉష్ణ భేదంవల్ల కలిగే విద్యుచ్ఛక్తి (ఆంగ్లంలో పైరో ఎలక్ట్రిసిటీ)

అనే రెండు విచిత్ర లక్షణాలున్న స్ఫటికములలో సౌష్ఠవానురూప కేంద్రం ఉండదు. అందుకు ఉపపత్తి ఈ లక్షణాలుండడమే. టూర్మలీన్ లేదా క్వార్ట్జ్ వంటి పీడన జనితమైన విద్యుల్లక్షణములు కల స్ఫటికముల పలకను ఒకవైపు బలంగా నొక్కిన కొలదీ వాటి ఉపరితలంమీద విద్యుదావేశం వృద్ధి అవుతూండడం స్పష్టంగా తెలుస్తుంది. అలా కాకుండా పలక ఉభయ తలములకు విద్యుదావేశాన్ని కలిగించితే పలక వంకరై పోతుంది. ఇలా ఎందుకు జరుగుతుందంటే స్ఫటికము లోని పరమాణువులు విద్యుదావేశం లేనట్టివి కావనీ, సంఘర్షానుగుణంగా పరస్పర విరుద్ధమయిన విద్యుదావేశాన్ని పొందుతూ ఉంటాయనీ భావించవలసి ఉంటుంది. దీనికితోడు నొక్కడం వలన దాని స్థితిస్థాపక శక్తిలో తేడాలు వచ్చినప్పుడు కలిగే వంకరల మూలంగా దానిలోని పరమాణువులకు తాత్కాలికంగా స్థానబలం కలుగుతుంది. అందువలన స్ఫటికపు పరిమాణంతో విద్యుత్ప్రవాహం బయలుదేరుతుంది. కనుక దాని తలములపై సరే విధమయిన ఆటంకం లేక పోవడం మూలాన విద్యుదావేశం కనిపిస్తుంది. ఈ తర్కాని కంతకూ ప్రధానమయిన ఆధారం పూర్వోక్తమయిన భావన మాత్రమే. అందువల్ల కేంద్ర సౌష్ఠవం లేని ప్రతి స్ఫటికములోను పీడన జనితమయిన విద్యుత్తు, ఉష్ణజనితమయిన విద్యుత్తుల లక్షణాలు విధిగా ఉండితీరతాయని మాత్రం చెప్పడానికి లేదు.

స్ఫటిక నిర్మాణంలో సౌష్ఠవానురూప కేంద్రము ఉన్నదీ, లేనిదీ వర్ణపట దర్శనితో పరీక్షించి స్పష్టంగా తెలుసుకోవచ్చు. ఆమ్లజని; నత్రజని, ఉదజని వగైరా మూల ద్రవ్యముల అణువులలో అనురూపమయిన జంట పరమాణువు లుంటాయి. ఇట్టి వాటిని ద్వ్యణుకము లంటారు. ఈ ద్వ్యణుకముల కంపనములు స్ఫటికము తాలూకు పరారుణ (ఇన్‌ఫ్రారెడ్) వర్ణ చిత్రంలో శోషణ రేఖలు (ఎబ్జార్షన్ లైన్స్) గా గాని, ఉద్గార రేఖలు (ఎమిషన్ లైన్స్) గా గాని గోచరింపవు. అయితే, స్ఫటికము విరజిమ్మే ఏక వర్ణకాంతి వర్ణ చిత్రంలో ఆ కంపనములు మిక్కిలి స్ఫుటముగా, దట్టముగా కనిపిస్తాయి. ఆ అణువులో కేంద్రీయ సౌష్టవానురూపంవల్లనే ఈ తేడాలు కలుగుతాయి. కేంద్రీయ సౌష్టవానురూపంకల స్ఫటిక జాతులలో సరిగ్గా ఇలాగే జరుగుతుంది. పరమాణు రచనా క్రమపు ఒకానొక ప్రత్యేక కంపనములు పరారుణ శోషణగా వ్యక్తమయితే, అది కాంతి వికిరణము చెందుతున్నప్పుడు కనబడదు. అలాగే కాంతి వికిరణములో కనిపిస్తే పరారుణశోషణ కనబడదు. సౌష్టవానురూప కేంద్రం లేని స్ఫటికములలో యిట్టి

కంపనమే కాంతి వికిరణము చెందుతున్నప్పుడు కూడా ఒకే విధంగా కనబడడం మిక్కిలి ప్రత్యేకమయిన సందర్భములలో మాత్రమే సాధ్యం.

ఘనముల శ్రేణికి చెందిన స్ఫటికములలో వజ్రము పూర్వోక్త లక్షణములకు మంచి ఉదాహరణ. చతుర్ముఖ త్రిభుజ లక్షణములుగల వజ్రములు అడపాదడపా దొరుకుతూ ఉండడం వల్ల, వాటి రచనలో ఘనముల శ్రేణిలో సంపూర్ణమయిన అష్టముఖి సౌష్ఠవానురూపం లేదనీ, చతుర్ముఖ త్రిభుజములకు పరిపాటి అయిన హీన సౌష్ఠవానురూపము మాత్రమే కలదనీ, స్ఫటికశాస్త్ర నిపుణులు లోగడ భావిస్తూ వచ్చారు. వజ్రంలో పీడన భేదమువలన ఉత్పత్తి అయ్యే విద్యుల్లక్షణాలూ, ఉష్ణజన్య విద్యుల్లక్షణాలూ లేకపోవడంచేత ఈ అభిప్రాయం సరియైనది కాదనీ, వజ్రానికి నిజంగా సంపూర్ణమయిన అష్టముఖి సౌష్ఠవానురూపం కలదనీ యిటీవల దాన్ని పూర్వపక్షం చేస్తూ వచ్చారు. అయితే, పరారుణశోషణ విషయములోనూ, కాంతి వికిరణములోనూ వజ్రము ప్రదర్శించే లక్షణాలు మొదటి అభిప్రాయమునే పూర్తిగా సమర్థిస్తున్నవి. ఇండియన్ అకాడమి ఆఫ్ సైన్స్ సంస్థ ఇటీవల ఒక గ్రంథములో చూపబడిన ప్రకారం వజ్రములలో చాలావరకు చతుర్ముఖ త్రిభుజ సౌష్ఠవానురూపమే ఉంటుంది. అయితే, ఈ చతుర్ముఖ త్రిభుజములలో వుండే ధన ఋణాత్మక రకములు పరస్పరం కలిసిపోవడంలో అవి అష్టముఖి త్రిభుజముల సౌష్ఠవానురూపములను అనుకరిస్తున్నట్టు కనబడుతుంది. ఇట్టి అనుకరణ శాస్త్రసమ్మతమే కాక, వజ్రములలో తరచు కనబడుతూ ఉంటుంది. పైగా అష్టముఖ త్రిభుజ నిర్మాణం పూర్తిగా కలిగిన వజ్రములు కూడా కొన్ని దొరికాయి. ఇందుకు నిదర్శనం ఇటువంటి వజ్రములలో పరారుణ శోషణం లేకపోవడమూ, అట్టివాటిలో సహజంగా ఉండే సాంద్రమైన పరమాణు కంపనమూ ఉండడమే. ఘనద్రవ్యము లన్నింటిలోనూ మిక్కిలి విశిష్టమైన వజ్రం రచనలలో కనబడే ఈ విచిత్ర లక్షణం ఆసక్తిజనకమూ, దురవగాహనమూ అయిన విశిష్ట విజ్ఞాన విశేషాలు తెలుసుకోవడానికి ఉపకరించగలదు.

14. నవ్య భౌతిక విజ్ఞానం - ఘనస్థితి

ఒకప్పుడు ఈజిప్టును పరిపాలించిన ఫారో మొదటి థోత్మెస్ స్మృతి చిహ్నంగా ఆయన కుమార్తె హత్‌షెప్‌సుత్ రాణి నూరడుగుల ఎత్తుగల ఒక నల్లరాతి స్తంభాన్ని లగ్జా సమీపంలో ఉన్న కారనార్ దేవాలయంలో ప్రతిష్ఠింప చేసింది. ఇది అశ్వాన్ రాతిగనులనుంచి త్రవ్వితీసిన ఏకాండీ ముక్కనుంచి చెక్కించినది. దీనిని నదిమీదుగా రెండు వందల మైళ్ళు తీసుకొనివచ్చి స్తంభాకారములో మలచి, చదునుచేసి అక్షరాలు చెక్కి ప్రతిష్ఠించారు. మూడువందల టన్నులకు పైగా బరువున్న బ్రహ్మాండమైన ఈ ఏకాంకీ రాతిమీద నాటి ఇంజనీర్లు ప్రదర్శించిన పనితనమూ, వంపూటొంపూ సరిచూసి. వంకర టింకర లేమీ లేకుండా నునుపు చేయడంలో చూపిన చాకచక్యమూ ఈనాటికీ మూడువేల నాలుగు వంద లేండ్లు గతించిన తరువాత కూడా చూపరులను ముగ్ధులను చేస్తున్నాయి. ఈ స్మారక ధ్వజ నిర్మాణానికి ఉపయోగించిన నల్లమల స్వరూప స్వభావాలను గురించి సంపూర్ణమైన అనుభవజ్ఞానమే వారికి లేకుంటే, ఇంతటి అద్భుత ఘనకార్యాన్ని ఇంత చక్కగా సాధించగలిగి ఉండేవారేకాదు. తరతరాలుగా క్రమాభివృద్ధిని పొందుతూ ఈ నాటికి పరాకాష్ఠ నందుకుని మనకు పారంపర్యంగా లభించిన కళా సంపద అంతా, నిత్య సాధనవల్ల కలిగిన అనుభవజ్ఞానం మీద ఆధార పడిందే.

అనాదినుండి పరంపరాగతంగా ఘనద్రవ్యాల స్వరూప స్వభావాలను గురించి మనకు లభించిన పరిజ్ఞానానికి తోడుగా, ఆధునిక వైజ్ఞానిక పారిశ్రామికాభివృద్ధి వలన కొత్తగా జ్ఞాన లాభం చాలా కలిగింది. లోహములలో కొన్ని శ్రేష్ఠమైన విద్యుద్వాహకములనీ, మరికొన్నింటికి అవశ్య వాంఛనీయమైన అయస్కాంత శక్తి చాలా ఉందనీ, మరికొన్ని ద్రవ్యాలలో విద్యున్నిరోధకశక్తి హెచ్చుగా కల దనీ తెలుసుకోగలగడం వల్లనే భారీ విద్యున్నిర్మాణ పరిశ్రమ ఈనాడు ఇంతగా

అభివృద్ధి చెందింది. గట్టితనమూ, మన్నికా వగైరా ప్రత్యేక లక్షణములుకల లోహ మిశ్రమములు రూపొందించబడినందుననే గృహనిర్మాణ విద్య బాగా వృద్ధి పొందింది. అల్యూమినియం, మెగ్నీషియం వంటి తేలిక లోహాలను వాటి మిశ్ర మములను కనిపెట్టడంవల్లనే విమానయానం విశేషంగా వ్యాప్తిలోకి వచ్చింది. వలసినంత పారదర్శకత్వమూ, ప్రకాశ వక్రీభవన గుణకమూ, వికిరణ శక్తి కలి గిన కొత్త రకం గాజును సృష్టించగలగడం వల్లనే దృగ్యంత్రాలూ, ఛాయాచిత్ర గ్రహణ పరిశ్రమా విశేషంగా అభివృద్ధి చెందాయి. స్ఫటికశిల టూర్మలీన్ వంటి స్ఫటికములలో నిబిడమై ఉన్న భారజన్య విద్యుల్లక్షణాలను కనిపెట్టిన భౌతిక విజ్ఞానులకు రేడియో పరిశ్రమ ఎంతో ఋణపడి ఉంది ఈ విధంగా ఘన ద్రవ్య ముల స్వరూప స్వభావముల పరిజ్ఞానాభివృద్ధికీ విజ్ఞాన విశేషాలను పారిశ్రామి కాభివృద్ధికి వినియోగపరచే సాంకేతిక పరిజ్ఞానానికీ అత్యంత సన్నిహిత సంబం ధము కలదని నిరూపించడానికి ఎన్నైనా ఉదాహరణలు చూపించవచ్చు.

ఘన ద్రవ్యంలో అణువులూ, పరమాణువులూ, స్థిర నిష్పత్తిలో ఉండడం ఒక విశిష్ట లక్షణం. మిగతా ద్రవ్య రూపాలలో ఇలా వుండవు. అయితే ద్రవ్య రూపములన్నిటిలోను ఉండే ఉష్ణశక్తి పరమాణువులలో తీవ్రమైన సంచలనం కలిగించి వానిని వేరుపరుస్తూ ఉంటుంది. కాని ఘన ద్రవ్యములలో ఒకదాని నరా సనే మరొకటిగా ఉండే ద్రవ్యాణువుల మధ్య గల శక్తులు, వానిని వేరు పరచ జూచే ఉష్ణశక్తి ప్రభావాన్ని నిరోధించుతూ ఉండడం వల్లనే ఈ సంపుటీకరణం స్థిరంగా ఉండడం సంభవ మౌతున్నది. పరమాణువుల సంపుటీకరణం వాటిని స్థిరంగా పట్టి ఉంచే శక్తుల స్వభావమూ కూడా ఆయా ద్రవ్యాలలో వేర్వేరుగా ఉంటూ ఉంటాయి. ఘన ద్రవ్యములలో ఈ సంపుటీకరణ రెండు విధాలుగా ఉంటుందని స్థూలంగా చెప్పవచ్చు. ఇందులో స్ఫటికరూప ద్రవ్యాల అంతరంగిక నిర్మాణ క్రమాన్ని నిరూపించే రూపురేఖలతో అలరారే పరమాణు సంపుటీ కరణం ఒకటి. గాజు, లేక పిండి వంటి ఘన ద్రవ్యములలో ఎట్టి వరుసా, క్రమమూ లేకుండా ఉండే పరమాణువుల సంపుటీకరణ రెండోది. ఘన ద్రవ్యపు అంతరంగిక నిర్మాణంలో మాత్రమే ఈ తేడాలు ఉంటూ వుంటాయి. వీటి బాహ్య రూపము అంత విశేషమైనది కాదు. ఉదాహరణకు మంచు ముక్కనే తీసుకుందాం. దాని బాహ్యరూపంలో ఒక క్రమమంటూ ఏమీ ఉండదు. కాని అది సకృత్తుగా స్ఫటికముగానూ, తరచుగా స్ఫటికముల సమూహంగానూ ఉంటూ ఉంటుంది.

మంచుముక్కను తీక్షణమైన కాంతిలో పెట్టి పరీక్షిస్తే ఈ విషయం స్పష్టమౌతుంది. అందులో ఉండే ప్రతి స్ఫటికమునూ, విశమ్ప్ప చూపించే సరిహద్దు రేఖలనూ సులువుగా గుర్తించవచ్చు. ఇంతకంటె మంచి ప్రయోగం ఒకటుంది. మంచుముక్కను సామాన్య మందంగల పలకగా అరగదీసి, ఆ పలకను ప్రకాశ ధ్రువకరణ మొనర్చే రెండు గాజు ముక్కల (పోలరాయిడ్స్) మధ్య అమర్చి, దానిగుండా కాంతి కిరణములను ప్రసరింపజేసి చూచినప్పుడు అనేక రంగులు స్పష్టంగా కనిపిస్తాయి. దీనినిబట్టి కాంతికి రెండు రకాలుగా వక్రీభవనము కలుగజేయగల స్ఫటికములు మంచులో ఉన్నాయనీ, మంచు, కాంతికి ఒకేసారి, ఒకే విధముగా వక్రీభవనము కలుగజేసే గాజు వంటిదో, లేక పిండి పదార్థము వంటిదో కాదని తేటతెల్లమౌతుంది.

మనము సాధారణముగా ఉపయోగించే ఘన ద్రవ్యములలో చాలా భాగం స్ఫటికముల సమూహములే. వీటిని కనిపెట్టడం చాలా తేలిక. చాలా సందర్భాలలో చూసే చెప్పేయవచ్చు. సల్లరాయి, చలవరాయి ముక్కలు ఇటువంటివి. మరి కొన్ని సందర్భాలలో మాత్రం సూక్ష్మదర్శినితో పరీక్షించడం అవసరం కావచ్చు. కొన్ని కొన్ని సందర్భాలలో సూక్ష్మదర్శిని సైతం ఆయా ఘన ద్రవ్యముల స్ఫటిక స్వభావమును వ్యక్తపరచలేకపోవచ్చు. అలాంటప్పుడు ఈ ఎక్స్ కిరణాలు కూడా బాగా చిన్న చిన్న ముక్కల్లో సైతం రేఖా లక్షణ సంబంధమైన క్రమంలో ఏర్పడిన పరమాణువులు, లేక అణువుల సమూహముల ఉనికిని చూపలేకపోయినప్పుడు ఆ ఘన ద్రవ్యం గాజు, లేదా గాజు పిండి వంటిదని చెప్పవలసి వుంది. ఏదైనా ఒక ద్రవ్యం చివరకు స్ఫటికాకార లక్షణములను, లేదా పిండి లక్షణములను నిలుపుకొనునో లేదో తెలుసుకొనుటకు ఒక చిన్న పరీక్ష ఉంది. అవి పారదర్శకము లయినప్పుడే ఈ పరీక్ష పనికి వస్తుంది. ఇందుకోసం ఆయా ద్రవ్యములను సరియైన పద్ధతిలో కోసి ధ్రువకరణ సూక్ష్మదర్శిని క్రింద అమర్చి పరీక్షించడంవల్ల దాని లక్షణాలేమిటో తెలుసుకోవచ్చు. అవి ఏ మాత్రమైనా స్ఫటిక స్వభావం కలదైతే ద్వివక్రీభవనమును సూచించు తేజోవంతమైన భాగములు కొన్ని కనబడతాయి. మన భూమ్యుపరితలంపై వుండే రాళ్ళలో చాలా భాగం జంతువులలోను, మొక్కలలోను, ఉండే గట్టి భాగములలో పెక్కింటిలోను, కొద్దో గొప్పో స్ఫటిక లక్షణాలున్నట్లుగా ఇట్టి పరీక్షల వలన తేలింది. ఇక పూర్తిగా గాజువలె కాని, పిండివలెకాని వుండే ఘన ద్రవ్యం ఏదైనప్పటికీ

విశేషపీడనకు గురి కానప్పుడు, పోలరైజింగ్ సూక్ష్మదర్శినిలో నల్లగా కనబడుతుంది. పరమాణు సమూహముల స్వభావమూ, ముఖ్యంగా వాటి ప్రవర్తన, వాటిని దగ్గరగాచేర్చి వుంచే శక్తుల సాంద్రతనుబట్టి ఆయా ద్రవ్యముల భౌతిక లక్షణాలు చాలావరకు నిర్ణయించబడుతూ ఉంటాయి. లేదా రెండింటికీ మించిన పరమాణువులను చేర్చి రసాయన అణువులుగా ఏర్పాటు చేసే శక్తులవంటి వాటి చేత ఒకదానికొకటి గొలుసుకట్టుగా కలిసిపోయి వుండడం చేత ఏర్పడే స్ఫటికములను గురించి ప్రత్యేకముగా పరిశీలించవలసి వుంది. వజ్రములు, కార్బొరెండమూ, స్ఫటికశిల ఇందుకు మంచి ఉదాహరణలు. వజ్రములో బొగ్గు పరమాణువులు సేంద్రియ రసాయన విజ్ఞానంలో ప్రముఖ పాత్రను వహించే 'వేలెన్స్' (పరమాణువుల సంయోగ శక్తి) వంటి వాటి ప్రభావంవల్ల పరస్పరం కలిసి వుండ గలుగుతున్నాయి. ఇందులో ప్రతి బొగ్గు పరమాణువూ మిగతా నాలుగింటితో ఘన త్రిభుజరూపంలో కలుపబడి ఉంటుంది. ఇవి ఇలా అనంతంగా కలిసిపోయి చివరకు స్ఫటికపు సరిహద్దులవరకు వ్యాపించి ఉంటాయి. కార్బొరెండంలో సిలికాన్ పరమాణువులో, బొగ్గు పరమాణువుల కూర్పు సైతం ఇలాగే కలిసి ఉంటుంది. ప్రతి బొగ్గు పరమాణువూ, నాలుగు సిలికాన్ పరమాణువులకు, ప్రతి సిలికాన్ పరమాణువూ నాలుగు బొగ్గు పరమాణువులకూ చేరి ఉంటాయి. స్ఫటికమంతటా ఇలాగే ఉంటుంది. స్ఫటిక శిలలో ప్రతి సిలికాన్ పరమాణువూ నాలుగు ఆమ్లజని పరమాణువులకూ, ప్రతి ఆమ్లజని పరమాణువూ రెండు సిలికాన్ పరమాణువులకూ చేరి వుంటాయి. ఈ పద్ధతిలో కూర్చబడిన ద్రవ్యములకు కొన్ని ప్రత్యేక లక్షణాలుంటాయి. అతి మిక్కిలి కాఠిన్యం కలిగి ఉండడం ఆ గుణాలలో ఒకటి. ఈ కాఠిన్య లక్షణం కలవానిలో వజ్రం మిక్కిలి అసాధారణమైనట్టిది. ఇట్టి ద్రవ్యములను కరగించడానికి ఎక్కువ ఉష్ణోగ్రత అవసరం. నీటిలోగాని, ఇతర సాధారణ రసాయన ద్రవములలోగాని ఇవి కరుగవు. ఇంక ఘనద్రవ్యశ్రేణిలో ఒక చివర ఇలాంటివి ఉండగా, రెండో చివర 'వేలెన్స్' శక్తుల చేత పట్టి వుంచబడిన పరమాణువులు కల ఏకాణు నిర్మిత ద్రవ్యములు ఉన్నాయి. ఈ ఏకాణువులు ఒకదానిమీద మరొకటి ప్రదర్శించే బలహీనమైన శేష శక్తులచేత పట్టి ఉంచబడతాయి. సేంద్రియ ద్రవ్యాలలో చాలాభాగం ఈ కోవకు చెందినవే. ఇవి సులభంగా కరిగిపోతాయి. ఘన స్థితినుంచి వాయుస్థితిలోనికి ఒకేసారి యిగిరిపోతాయి కూడాను. ప్రత్యేకమైన రసాయనిక ద్రవ్యములతో

సులువుగా కరిగిపోతాయి. ఇట్టి స్వభావం కలవాటిలో హారతికర్పూరం (కేంఫర్), పుదీనా పువ్వు (మెంథాల్), కలరా ఉండలు (నేఫ్తలీన్) తప్పక పేర్కొనదగినవి.

ఘనద్రవ్యములలో ఆసక్తిజనకమైన రకం యింకొకటి వుంది. రాతిఉప్పు, లేదా సముద్రపు ఉప్పు యిందుకు మంచి ఉదాహరణ. ఈ కోవకు చెందినవి ఒక శక్తిమంతమైన భస్మం, శక్తిమంతమైన ఆమ్లంతో రసాయన సమ్మేళనం చెందడం వల్ల యేర్పడతాయి. నీళ్ళలో వెంటనే కరగిపోవడం వీటి సామాన్య లక్షణం. అలా కరగడం చేత యేర్పడిన ద్రావణం మంచి విద్యుద్వాహకం. అయితే, ఇవి యిలా ఎందుకు సాధ్యమవుతుందంటే, యీ బాపతు ఘన ద్రవ్యాలు విద్యుదావేశము గల పరమాణువులతో గాని, పరమాణు సమూహంతో గాని నిర్మింపబడి వుంటాయనీ, ఘన విద్యుదావేశం కల భస్మాల అణువుల గుంపులు, ఋణ విద్యుదావేశం గల ఆమ్లపు అణుసముదాయంతో చుట్టుముట్టబడి వుంటాయనీ, అలాగే ఆమ్లపు అణుసముదాయం, భస్మపు అణువుల సముదాయంచేత చుట్టుముట్టబడి వుంటాయనీ, పరస్పర విరుద్ధమైన విద్యుదావేశం గల పరమాణువుల మధ్య యేర్పడే పరస్పర ఆకర్షణ చేతనే ఈ ఘన ద్రవ్యముల కూర్పు ఆ తీరులో ఉన్నదనీ ఊహించవలసి వుంటుంది. ఇలా ఊహించడం వల్ల అనేక సమస్యలకు సరియైన సమాధానం దొరుకుతున్నది. లేదా అనేక సందర్భాలలో సత్యానికి సమీపంగా వుండే సమాధానాలైనా లభిస్తున్నాయి.

లోహములూ, మిశ్రలోహములూ ఒక ప్రత్యేక తరగతికి చెందినవి. నిత్య జీవితంలో వాటికిగల ఉపయోగాల దృష్ట్యా వాటిని గురించి వైజ్ఞానిక పరిశోధనలు ఎన్నో జరిగాయి. ఫలితంగా ఏకంగా అంతా ఒకే స్ఫటికంగా గాని, స్వల్ప సంఖ్యలో గల స్ఫటికముల సమూహంగా ఉండే పరిశుద్ధమైన పెద్ద లోహపు ముక్కలను విడదీయడానికి వీలైన ప్రత్యేక విధానాలు యెన్నో కనుగొనబడ్డాయి. సాధారణంగా లోహపు కూర్పు అంతా అసంఖ్యాకమైన చిన్న చిన్న స్ఫటికాల సమూహంవలె ఉంటుంది. ఈ విధంగా కృత్రిమంగా తయారుచేసిన లోహపు ముక్కకు కొన్ని ప్రత్యేక లక్షణాలుంటాయి. సహజ లోహానికీ, దీనికీ మెకానికల్ లక్షణాలలో కొన్ని తేడా లున్నాయి. ఇందుకు కారణం అందులో అసంఖ్యాకములుగా వున్న చిన్న చిన్న స్ఫటికములే. ఏక స్ఫటికం మెకానికల్‌గా చాలా బలహీనంగా ఉంటుంది. మామూలు ఒత్తిడికి కూడా దాని రూపురేఖలు

మారిపోతాయి. ఇలా మారినప్పుడల్లా స్ఫటికానికి బలం చేకూరి, చివరకు మామూలుగా సహజమైన లోహంతో సమానమైన బలం కలుగుతుంది. ఈ విధంగా వేడి చేయనవసరం లేకుండా బలాన్ని సంతరించుకోగల గుణం లోహాల కుండే ఉత్తమ లక్షణాలలో ఒకటి. ఇందువల్లనే వాడుకలో లోహాల కింత ప్రాధాన్యం వచ్చింది. బాగుగా కాల్చి నెమ్మదిగా చల్లార్చిన పిమ్మట మేలురకం లోహపుతునకలో, సహజంగా ఉండే పెద్ద స్ఫటికం అసంఖ్యాకములైన చిన్న చిన్నస్ఫటికములుగా బద్దలు కావడమూ ఆ తరువాత అవి వావీ, వరుసా, క్రమం లేకుండా, ఒకదానితో ఒకటి హత్తుకుని బిగుసుకుపోవడం వల్లనే యిది సాధ్యమవుతున్నది.

ఘన ద్రవ్యములలోని వివిధ జాతులను గురించి ఎంత చెప్పినా చెప్ప వచ్చు. అయితే ఇంతకీ గాజుపిండీ, లేదా గాజు లక్షణాలూ గల ద్రవ్యం స్వరూప స్వభావాలను గురించీ, నిర్మాణ వైచిత్ర్యం గురించీ, లేదా అటూ, ఇటూ కాకుండా సరిహద్దులలో ఉండే వాటిని గురించీ ఇంతవరకు విపులంగా ఏమీ ప్రస్తావించనే లేదు. ఆధునిక వైజ్ఞానికులు, సాంకేతిక నిపుణులు సాధించిన అద్భుతాలలో ఒకటి ప్లాస్టిక్. ఇప్పుడీ ప్లాస్టిక్ పరిశ్రమ విశేషంగా అభివృద్ధి చెందింది. దీని కూర్పు స్ఫటికానికీ, పిండి ద్రవ్యానికీ మధ్యగా వుంటుంది. బహుళ ప్రయోజన కారులైన శుభ లక్షణా లెన్నో దీని కున్నాయి. అందులో ముఖ్యంగా చెప్పుకోదగింది దీనిని కావలసిన రూపములోనికి, ఆకారములలోకి సులభంగా మలచడానికి వీలుండడం.

15. నవ్య భౌతిక విజ్ఞాన విశేషాలు:- విశ్వ కిరణపుంజాలు

పదార్థములగుండా చొచ్చుకొనిపోయే శక్తిలో ఎక్స్ కిరణముల కంటెనూ రేడియము నుండి వెలువడే గామా కిరణముల కంటెనూ కూడా చాలా ఎక్కువ శక్తివంతములైన కాస్మిక్ కిరణ ప్రసారం పైన ఎక్కడినుండో జరుగుతున్నదని ఆస్ట్రియా దేశస్థుడైన భౌతిక విజాని విక్టర్ హెన్స్ కనుగొన్నాడు. కాని, దాని ప్రాధాన్యాన్ని ఎవ్వరూ వెంటనే గుర్తించలేదు. మౌలికమైన ఈ మహా విషయాన్ని కనిపెట్టినందుకు, ఆ తరువాత పాతికేండ్లకు విక్టర్ హెన్స్‌కు నోబెల్ బహుమానము లభించింది. ఈ లోగా కాస్మిక్ కిరణ (విశ్వకిరణ) ప్రసారము గురించీ, ద్రవ్యముపై దాని ప్రభావాన్ని గురించీ తెలుసుకోవడానికి జరిగిన బహుళ పరిశోధనలవల్ల నవ్యభౌతిక విజ్ఞానం ఎంతగానో అభివృద్ధి అయింది. కనుకనే నేడు ప్రపంచావధిని ప్రముఖంగా జరిగే వైజానికం పరిశోధనలలో విశ్వకిరణ పరిశోధన ఒకటై ఉండడంలో ఆశ్చర్యమేమీ లేదు. ఫలితంగా యుద్ధానంతరం భౌతిక విజ్ఞానులు, తమ దృష్టిని తిరిగి శాస్త్ర పరిశోధనలపై కేంద్రీకరించినప్పుడు ఈ రంగంలో సైతం అత్యంత ప్రయోజనకరములైన సంగతులెన్నో కనుగొనబడగలవని ఆశింపవచ్చు.

మిక్కిలి శక్తివంతమైన ఈ రేడియో ధార్మిక కిరణాల నిజస్వభావ మెట్టిదైనప్పటికీ, అది భూమికి వెలుపల నుండి వాతావరణంలో ప్రవేశిస్తున్నదన్న సంగతి సుస్థిరసత్యం. విశ్వకిరణ ప్రసార ప్రభావమును గుర్తించి చూపించే విద్యుద్యంత్రములను ఒక గాలి బుట్టలో ఉంచి దానిని వీలైనంత పైకి పంపి విక్టర్ హెన్స్ స్వయంగా నిరూపించ గలిగాడు. ఆ తరువాత అటువంటి ప్రయోగాలు మరెన్నో జరిగాయి. నేలమీదనుంచి చూచే మనకు గోచరించేది వాతావరణంలో ప్రవేశించక ముందుండే అసలు రూపు కాదనీ, వాతావరణంద్వారా పయనించడంవలన అనేక మార్పులకు గురియై, మారగా మిగిలిన రూపమే కన

బడుతుందని ప్రయోగమూలకంగా ఋజువైంది. పదిమీటర్ల మందాన ఉండే నీటిపొరతో సమానమైన వాతావరణంలో నుంచి దూరివచ్చిన తరువాత కూడా విశ్వ కిరణ ప్రభావాన్ని కనిపెట్టగలుగుతున్నామనే దానినిబట్టే, దానికిగల అసాధారణ లేదియో ధార్మిక ప్రసారశక్తిని గుర్తించవచ్చు. అంతేకాదు. మరికొంత మందం కల ద్రవ్యంనుంచి చొచ్చుకువచ్చిన తరువాత సైతం వాటి ప్రసారశక్తి ఏ మాత్రం క్షీణించదు. ఇంతే కాకుండా పర్వతముల మధ్యనున్న సరస్సులో ఉండే ముప్పై మీటర్ల లోతుకల నీటిలోనుంచి చొచ్చుకుని అడుగుకు వెళ్ళిన తరువాత కూడా ఈ విశ్వకిరణ ప్రసారపు ప్రభావాన్ని చూడవచ్చు.

వివిధ అక్షాంశాలవద్ద భూమ్యుపరితలంమీద ఈ విశ్వకిరణములను గురించి తెలుసుకొనిన వివిధాంశములను పరిశీలించడంవలన, భూమియొక్క వాతావరణం లోనికి ప్రవేశించక పూర్వము వాటి నిజస్వరూపము ఏమిటో అవగాహన చేసు కోవడానికి అనువైన సూచనలు కొన్ని లభిస్తున్నాయి. అయితే భూమిమీదనూ, వాతావరణంలోకి స్వేచ్ఛగా పైకి వదలిన గాలిబుట్టలు పోగలిగినంత ఎత్తులోనూ కూడా విశ్వకిరణముల ప్రభావము, ఆ యా పరిశీలనా కేంద్రముల ఉనికి, లేదా అక్షాంశం మీదనే ఆధారపడి ఉంటుందని స్పష్టంగా నిర్ధారణ అయింది. అక్షాంశా లను బట్టి విశ్వకిరణ ప్రభావంలో తేడాలుంటాయనడానికి కారణం కనుగొనా లంటే, భూమి ఒక అయస్కాంతమనీ, దాని అయస్కాంత క్షేత్రం దళదిశలా ప్రదేశంలోకి చాలా దూరం వ్యాపించి ఉంటుందనీ, వెళ్ళినకొద్దీ దాని బలం క్రమంగా తగ్గుతుందనీ, మనం జ్ఞాపకం ఉంచుకోవాలి. విద్యుదావేశం కల అణు వుల ప్రభావం ఆకాశంలోంచి భూమికేసి అన్ని దిక్కులనుంచి వస్తున్నప్పుడు, అవి భూమి అయస్కాంత క్షేత్రంలో ప్రయాణం చేయవలసి రావడంచేత, వాటి మార్గంలో మార్పులు వస్తాయి. ఈ ప్రవాహంలోని అయస్కాంత క్షేత్రాన్ని దూసుకుని భూమి వాతావరణపు పై అంచులను చేరగలగడం వాని చలన శక్తి తీవ్రతమీద ఆధారపడి ఉంటుంది. తక్కువ శక్తిగల అణువులు భూమధ్యరేఖా మండలం వరకూ రాజాలవనీ, కేవలం భూమియొక్క అయస్కాంత ధ్రువముల పరిసరములను మాత్రమే చేరుకోగలవనీ నిరూపించవచ్చు. ఇంతవరకు లభిం చిన ప్రత్యక్ష సాక్ష్యాన్నిబట్టీ అంచులోని తేడాలనుబట్టీ విశ్వకిరణములు విద్యు దావేశం పొందిన అణువుల ప్రవాహమే కాని, భూమియొక్క అయస్కాంత క్షేత్రముంవలన ఏ మార్పునూ పొందనట్టి విద్యుదయస్కాంత ప్రసారము కాదని

స్పష్టమవుతుంది. ఈ అణువులు లంబరేఖకు పశ్చిమంగా వాలుతూ భూమియొక్క వాతావరణంలోనికి ప్రవేశిస్తున్నాయని చెప్పడానిక్కూడా గట్టి సాక్ష్యమే ఉంది. అందుచేత ఈ అణువులు ధన విద్యుదావేశము కలవనీ, ముఖ్యంగా ప్రోటానులనీ, అనగా ఉదజని పరమాణువులలోని విద్యుదావేశముతో కూడిన కేంద్రకములు అనీ భావించవచ్చు.

మామూలుగా విద్యుద్వాహకం కాని గాలివంటి దానిద్వారా విద్యుదావేశము కల అణువులు అమిత వేగంతో పయనిస్తున్నప్పుడు, ఆ గాలిలోని అణువులు అయనీకరణం చెందుతాయి. అనగా తాత్కాలికంగా విద్యుద్వాహకాలుగా మారిపోతాయన్నది బాగా తెలిసిన విషయమే. పౌనఃపున్యం ఎక్కువగా ఉండే ఎక్స్ కిరణములు లేదా రేడియంనుండి వెలువడే గామా కిరణమువలన తాత్కాలికంగా అయనీకరణం జరుగుతుంది. ఇందుకు కారణం ఈ కిరణ ప్రసారం సోకడం వలన ఆ యా ద్రవ్యములనుండి విద్యుదావేశంగల పరమాణువులు పైకి విసరబడడమే. అనగా ఈ సందర్భంలో జరిగేది ముందుగా విద్యుదావేశం పొందిన పరమాణువులు విడిపడి, ఆ తరువాత అయనీకరణం చెందడం జరుగుతుందన్న మాట. విశ్వకిరణ పరిశోధనకై నేటివరకు అనుసరించబడుతున్న ప్రయోగ పద్ధతులు అన్నీకూడా విసురుగా పయనించే విద్యుదావేశము పొందిన పరమాణువులకు కల అయనీకరణ శక్తిమీదనే ప్రత్యక్షంగానో, పరోక్షంగానో ఆధారపడి వున్నాయి. ఇక ఆ యా ప్రయోగ వివరాలు విద్యుదావేశం పొందిన ఈ పరమాణువులుగల శక్తిమీదనూ, లేదా ప్రసార తీవ్రతమీదనూ చాలావరకు ఆధారపడి ఉంటాయి. ఉదాహరణ: శక్తిమంతములైన గామాకిరణ ప్రయోగంవల్ల మనం ఇంతవరకు, ఎక్స్‌కిరణ ప్రయోగంవల్ల కనుగొనజాలని ఫలితములను సాధించగలుగుతున్నాం. అయితే అత్యంత శక్తిమంతములైన గామాకిరణములకు కూడా ఉండజాలనంతటి హెచ్చుశక్తి విశ్వకిరణ క్షేత్రంలో ఉండే ప్రతి అణువుకూ ఉంటూండడం గమనార్హం. అందుచేత వీటిద్వారా మనం కడు శక్తిమంతమైన గామా కిరణమువలన కూడా సాధ్యము కాని అనేక విధములైన నూతన లక్షణములతో వ్యవహరించవలసి వస్తున్నది.

విశ్వకిరణ పరిశీలనకై నిర్మింపబడిన సాధన సామగ్రి మిక్కిలి నైపుణ్యంతోను, చాతుర్యముతోను నిర్మించబడినది. ఇవి స్థూలముగా మూడు రకములు. అయనీకరణ పరిమాణమును, ప్రభావమునూ నమోదుచేసే ఎలక్ట్రోస్కోపులు.

ఆ యా పరిస్థితులలో కనబడే ప్రతి విశ్వకిరణమును లెక్కించి, మొత్తం నమోదు చేసే గైగర్ కౌంటర్లు నీటి ఆవిరి ఘనీభవించడంచేత ఏర్పడిన నీటి చుక్కలను అణువులు వెళ్ళే మార్గం పొడవునా చేర్చి, దాని గమన మార్గాన్ని కనబడేటట్లు, చేసే విల్సన్ చేంబర్ ఈ సందర్భంలో చెప్పుకోదగినవి. ఈ విల్సన్ చేంబర్ విద్యుదావేశముతో కదిలే అణువుల మార్గములను చుట్టలు చుట్టలుగా వంచగల శక్తిమంతమైన అయస్కాంత క్షేత్రము సహాయముతో వాటి చలన శక్తితోపాటు విద్యుదావేశము, ఋణాత్మకమో, ధనాత్మకమో నిర్ధారించుతుంది. ఈ మూడింటి లోను విల్సన్ చేంబర్ విధానము ఎంతో ముఖ్యమైనదీ, ప్రయోజనకరమైనదీని. ఏమంటే విద్యుదావేశను పొంది అమిత వేగంతో పయనించే పరమాణువుల మార్గాలను దీనిలో ఛాయాచిత్రముగా సంగ్రహించవచ్చు. జల్లున వర్షించే ఆ యా పరమాణువులలోని తేడాలను సూచించే వివిధ వ్యాసార్థములుగల వలయములలో పరిభ్రమించే పరమాణువుల పథాన్ని, ఆయా సందర్భాలలో అవి అనుసరించే వక్రమార్గాలనూ, చక్కని చిత్రాలుగా తీసి ప్రచురించారు. ఈ ప్రకారంగానే ప్రయోగాలుచేసి పాజిట్రాన్ అనబడే ధన విద్యుదావేశం కల ఎలెక్ట్రాన్ ఉనికిని ఏండర్సన్ అనే విజ్ఞాని కనుగొన్నాడు. అలాగే తీక్ష్ణమైన విద్యుదయస్కాంత ప్రసార ప్రభావానికి గురియైనప్పుడు ద్రవ్యంనుంచి పాజిట్రాన్ — నెగట్రాన్ పరమాణుయుగళం ఉత్పత్తి అవుతుందని కూడా ప్రత్యక్షంగా చూపించాడు. అలాగే మీజాన్ అనబడే బరువైన ఎలెక్ట్రాన్ కూడా ఉన్నదని ఈ పద్ధతి ప్రకారమే ఋజువు చేయబడింది. విశ్వకిరణములోని అణువుల మార్గములనూ, అవి ద్రవ్యముతో ఢీకొన్నప్పుడు కలిగే ఫలితాలనూ నమోదు చేయగల ఇతర విధానాలు కూడా వాడుకలో ఉన్నాయి. ఇది ఎంతో సులభమైన ప్రయోగం. కొంచెం మందంగా మందుపూత పెట్టిన ఫొటోగ్రాఫిక్ ప్లేటును చాలాసేపు విశ్వకిరణముల ప్రసారానికి గురి చేస్తారు. ఇందువల్ల కూడా మిక్కిలి ఆశ్చర్యకరమైన సత్ఫలితాలే సమకూరాయి.

గైగర్ కౌంటర్ అనేది మిక్కిలి చాతుర్యంతో నిర్మించబడిన శక్తి మంతమైన పరికరం. అందులో ప్రధానంగా ఉండేది గుండ్రటి పొడుగాటి గొట్టం. దానిని అందుకు పనికివచ్చే వాయువుతోగాని, ఆవిరితోగాని నింపుతారు. దానికి అక్షం పొడుగునా ఒక సన్నని టంగ్‌స్టన్ తీగ ఉంటుంది. అయనీకరణం సాధించే అణువు అందులో ప్రవేశించగానే, మీట నొక్కినట్లయి గొట్టం పొడవునా విద్యు

ల్లత మెరుస్తుంది. ఆ వెంటనే దానంతటదే క్షుభపడి నమ్మడానికి వీలులేనంత అతి స్వల్పకాలంలోనే మళ్ళీ ప్రయోగాన్ని సాధించడానికి వీలుగా తరువాతవచ్చే అణువు కొరకు తయారుగా వుంటుంది. పునః ప్రసార సాధనాలనూ, ఇతర సాధనాలనూ ఉపయోగించడం వలన ఈ మెరుపులను ఒక్కొక్కటిగా గాని, గుంపులుగా గాని లెక్కపెట్టి యంత్ర సహాయంతో నమోదు చేయవచ్చు. విశ్వకిరణములలో రెండవ విడత అణువులు ఎట్టి పరిస్థితులలో ఏ విధంగా ఉత్పత్తి అవుతున్నాయో, ఆ వివరాలనూ, వాటి శక్తి సామర్థ్యాలనూ, అవి అనుసరించే మార్గములనూ కనుగొనడానికై వివిధ రీతులలో ఒకదానితో ఒకటిగా చేర్చబడిన సంపూర్ణమైన గైగర్ మానిని దొంతరలను ఉపయోగిస్తారు. వరసవరసగా గాని పళ్ళెములలో గాని ఒక క్రమంలో ఏర్పాటుచేసిన ఈ గైగర్ మానిని సమూహములను విశ్వకిరణ దూరదర్శనుల వలె కూడ ఉపయోగిస్తున్నారు. విశ్వకిరణ పరిశోధన జరిగే గదిలోనికి మనం ప్రవేశించి అక్కడ ఉండే గైగర్ మానిని యంత్రాలు ఎడతెగకుండా చేసే టిక్కుటిక్కుమనే ధ్వనిని ఒక్కసారి వింటే, కాస్మిక్ కిరణ ప్రసారం సర్వవ్యాప్తిగా ఉన్నదని స్పష్టమై తీరుతుంది.

భౌతిక శాస్త్రంలో సర్వేసర్వత్రా ప్రయోగ మూలకంగా జరిగే ఇతర పరిశీలనల కంటె విశ్వకిరణ పరిశీలన కొన్ని విషయాలలో ప్రత్యేకమైనట్టిది. మామూలు ప్రయోగశాలలోని ఒక గదిలో విశ్వకిరణములకు సంబంధించిన కొన్ని ప్రయోగములను సాగించడం సులభ సాధ్యమే. కాని అట్టి ప్రయోగాలవల్ల పరిమిత ప్రయోజనాలు మాత్రమే చేకూరుతాయి. అందుచేత విశ్వకిరణ పరిశోధనలు చేసే భౌతిక శాస్త్రవేత్త ఎక్కువ తరచుగా పర్వతాలు ఎక్కవలసి వస్తోంది. విమానాలలో వెళ్ళవలసి వస్తోంది. స్ట్రాటోస్ఫియర్ (భూమికి ఏడు మైళ్ళకు పైగా ఉండే వాతావరణ భాగం)లోకిపోయే గాలిబుడ్లల్లో ప్రయోగించవలసి ఉంటుంది. భూమిమీదనున్న వివిధ ప్రదేశాలకు, లేదా ఇంకా ఉన్నతోన్నతమైన తావులకు తన యంత్రాలను తోసుకుపోయి ఆయా స్థలాలలో ఏమేమి జరగేదీ కనిపెడుతూ ఉండాలి. తాను స్వయంగా వెళ్ళడానికి అవకాశం లేని స్థలాలకూ, ఉన్నత శిఖరాలకూ, కేంద్రాలకూ పంపడానికి వీలైన తేలికపాటి పరికరాలను సమకూర్చుకోవలసి ఉంటుంది. పైగా అట్టి యంత్రాలు కనుగొని సంజ్ఞారూపంలో ప్రసారంచేసిన సమాచారం అంతనీ గ్రహించి నమోదుచేసి, తరువాత సావకాశంగా పరిశీలన చేయడానికి వీలైనట్టి పరిస్థితిలో ఉండాలి. స్ట్రాటోస్ఫియర్‌లో ఉన్నతోన్నత

మైన తావులకు అట్టి యంత్రాలుంచిన గాలి బుడ్డలను విరివిగా, స్వేచ్ఛగా పంపడం అనేది విశ్వకిరణ పరిశోధనలలో సాధారణంగా జరుగుతూ ఉండే పనే. వాతావరణంలోని అధోభాగాలకు చొచ్చుకుని వచ్చేటప్పుడు ప్రాథమిక ద్రవ్యాణువుల శక్తిలో కలిగే మార్పుల స్వభావాన్ని కనిపెట్టడంలో ఈ విధానం ఎక్కువగా సహాయపడుతుంది.

ప్రయోగశాలలో యింతవరకు సుమారు ఐదుకోట్ల ఎలక్ట్రాన్ వోల్టుల పరిమాణము కల శక్తిని మాత్రమే కృతకంగా ఉత్పత్తి చేయగలగగా, భూమియొక్క వాతావరణంలోకి ప్రవేశించడానికి పూర్వం విశ్వకిరణాలలో ఉండే ఒక్కొక్క ద్రవ్యాణువుకుండే శక్తి కొన్ని వందలకోట్ల ఎలక్ట్రానువోల్టులుంటుందని అంచనా వేయబడింది. అన్యత్రా దుర్లభమైన నూతన విజ్ఞానం, విశ్వకిరణ ప్రసార పరిశీలన వలన మనకు అందుబాటులోకి వచ్చిందంటే ఏమి ఆశ్చర్యంలేదు. విశ్వసించడానికి వీలులేనంత విపరీతమైనట్టి శక్తిగల ఈ అణువులు యెక్కడ నుంచి వస్తున్నాయి? ఎప్పుడు ఏలాగున ఉత్పత్తి అవుతున్నాయి? అన్న ప్రధానమైన ప్రశ్నలకు సరియైన సహేతుకమయిన సమాధానం యింకా లభించనేలేదు. ఈ సందర్భంలో పదిమంది పది విధాలుగా చేస్తున్న ఊహాగానాల్ని గురించి ప్రస్తావించడంవల్ల ఏమీ లాభం వుండదు. అయితే ఇందుమూలంగా బయలుదేరిన సమస్యలు మానవ మేధకు పెద్ద సవాలు. వాటికి లభించే సమాధానం, విశ్వోత్పత్తి క్రమంతోబాటు, ప్రకృతి స్వరూప, స్వభావాలను, పోకడలను అర్థం చేసుకోవడానికి తప్పక తోడ్పడగలవనడానికి ఎట్టి సందేహం అక్కరలేదు.

16. నక్షత్ర జగత్తు

వాతావరణం నిర్మలంగా వున్నప్పుడు తల పైకెత్తి చీకటి రాత్రుళ్ళలో ఆకాశంవైపు చూస్తే, అది మిణుకుమిణుకు మనే నక్షత్రాలతో నిండివున్నట్టుంటుంది. ఈ నక్షత్రాలలో కాంతిమంతమైనవి చాలా స్వల్ప సంఖ్యలోను, కొద్ది కాంతి గలవి యెక్కువగానూ, కనబడీ కనబడనట్టుండేవి అధికాధికంగానూ ఉంటాయి. అయితే ఆకాశం మధ్య అడ్డంగా వ్యాపించి ఉండే కాంతివంతమైన పాలపుంత మిక్కిలి దర్శనీయంగా ఉంటుంది. కాని, అన్నిచోట్ల ఒకే విధంగా తేజోవంతంగా కనబడదు. కొన్నిచోట్లలో ప్రత్యేకంగా స్ఫుటంగా కనిపిస్తుంది. మరికొన్నిచోట్ల మ్లానంగా వుంటుంది. ఉదాహరణకు, ధనూరాశి దగ్గర వున్న భాగం మంచి కాంతిమంతంగా కనబడుతుంది. ఉత్తకంటితో చూచిన దానికంటె మంచి దూరదర్శినితో చూస్తే ఆకాశంలో దాగియున్న అనేక నక్షత్రాలు యింకా ఎన్నో కనిపిస్తాయి. ఉత్తకంటికి సర్వసాధారణంగా కనిపించనట్టి నక్షత్రమాలలూ, కేవలం కాంతి పరచినట్టుగా ఉండే నక్షత్ర మేఘాలూ (నెబ్యులాలు) దూరాన ఉన్న నక్షత్రాల సమూహంలా మరింత స్పష్టంగా గోచరిస్తాయి. శక్తిమంతములైన దూరదర్శినులను ఉపయోగించినకొద్దీ నక్షత్ర జగత్తు మనకు క్రమక్రమంగా మరింత బాగా కనబడుతుంది. ప్రపంచంలో ప్రఖ్యాతి కెక్కిన ఖగోళ వేధశాలల్లో వాడే పెద్ద పెద్ద దూరదర్శినులు, వాటి సహాయంతో తీసిన ఛాయాచిత్రాలూ మనకు ఖగోళపు అద్భుతాలను అవగాహన చేసుకోవడానికి తోడ్పడుతాయి. నేటి ఖగోళశాస్త్ర వ్యాసాలతోబాటు ప్రచురించిన ఆకాశ భాగముల ఛాయా చిత్రముల నకళ్ళను చూస్తేనే చాలు, వాటిని తీసిన గొప్ప పరికరముల శక్తిసామర్థ్యము లెంతటివో తెలుస్తుంది.

నక్షత్ర జగత్తునంతా పరిశీలించడమూ దాని నిర్మాణమునూ, వ్యాప్తిని పూర్వ చరిత్రనూ నిర్వచించడం ఖగోళశాస్త్రపు ప్రధాన లక్ష్యాలు. ఇందుకు సంబంధించిన ఈ సమస్యలను పరిష్కరించనిదాకే ప్రపంచమందలి ముఖ్యమైన

ఖగోళ వేధశాలలు, ప్రాచీన. అర్వాచీన ఖగోళ శాస్త్రజ్ఞులు విశేషమైన శ్రద్ధాస క్తులతో కృషి చేశారు. వారి కృషి ఫలితంగా ఖగోళశాస్త్ర విశేషాలూ, వాటికి ఎన్నో వ్యాఖ్యానాలూ క్రమంగా మనకు లభించాయి. ఐతే ఇవే అంతిమ ప్రమాణంగా పరిగ్రాహ్యము కాకపోయినా, నమ్మతగినట్టి సందేహములు కెడమీయని ప్రత్యక్ష సాక్ష్యంమీద ఆధారపడి వున్న కారణంగా సుగ్రాహ్యములుగాను, పరిశోధనకు మార్గదర్శకంగానూ వున్నాయి. ఖగోళశాస్త్రంలో సైతం యితర శాస్త్రాలలో వలె ప్రత్యక్ష పరిశీలన, క్లిష్టమైన గణితం, శాస్త్ర చర్చలూ చాలా ఉంటాయి. అయితే ఇందులో అధికభాగం కేవలం శాస్త్రనిపుణులకు మాత్రమే అర్థమవుతుంది. వారికే దాని విలువ తెలుసు. కాని ఖగోళ శాస్త్ర విజ్ఞానులు కనుగొన్న ప్రాథమిక సత్యాలూ వాటికి సంబంధించిన వ్యాఖ్యలూ సామాన్యులకు అందుబాటులో లేనివి మాత్రం కాదు.

నక్షత్ర జగత్తును గురించి బాగా తెలుసుకోగలగడం, ఖగోళ వేధశాలలలో అనుసరించబడే విధానాలను గురించిన ప్రాథమిక పరిజ్ఞానంపై చాలా వరకు ఆధారపడి వుంటుంది. ఖగోళ విజ్ఞానాభివృద్ధి అంతా నక్షత్రముల ఉనికిని తెలియపరచే నక్షత్ర కాంతి పరిశీలనపై ఆధారపడి వుంటుంది. శాస్త్రం తెలియనివానికి కంటితో చూడడం, చూచి సంతోషించడం మాత్రమే ఖగోళ విజ్ఞానమనిపించడం సహజం. ఈ సందర్భంలో ముప్ఫయిరెండేళ్ళనాడు కాలిఫోర్నియాలోని మౌంట్ విల్సన్ అబ్జర్వేటరీ (ఖగోళ వేధశాల)లో నేను గడిపిన రెండు రాత్రులూ జ్ఞాపకం వస్తోంది. అప్పుడక్కడ ఏమి జరిగిందీ నాకు యింకా చక్కగా జ్ఞాపకం ఉంది. ఆనాడు వాతావరణం అంత అనుకూలమైన స్థితిలో లేకుండడంచేత అక్కడున్న పెద్ద దూరదర్శినులు సంతృప్తికరంగా పనిచేయ్యలేకపోయాయి. ఆ రోజున అలా ఉండడం నా కబ్బిన గొప్ప అదృష్ట విశేషమనే నేననుకున్నాను. అందువల్ల అక్కడి విశేషాలను చూచి ఆనందించడానికి వీలైంది. అరవై అంగుళములూ, నూరు అంగుళములూ, అద్దకొలత కల రిఫ్లెక్టర్లు (ప్రతిఫలన అద్దములు) ఎంతటి విశేష శక్తిసామర్థ్యాలతో కాంతిని పరిగ్రహించి ప్రతిఫలింపచేస్తాయో తెలుసుకుని ఎంతో ఆనందించాను. మిక్కిలి ప్రకాశవంతమై, స్పష్టమైన రూపురేఖలు లేని ప్రాంతంగా మామూలు పరికరాలకు కనిపించే మృదశీర్షరాశిలోని పెద్ద నక్షత్ర మేఘం అరవై అంగుళముల దానిలో రికరకాల రంగులతో మెరిసిపోతూ ఆకాశ మధ్యంలో అతిశించిన పెద్ద వెలుగు పెళ్ళవలె కనబడింది. ఈ నక్షత్ర మేఘంలో

ఉండే వాయువుల నుంచి వెలువడే విచిత్ర కాంతులవలెనే ఇది ఇన్ని రంగులలో కనబడుతోంది.

ఖగోళ విజ్ఞానులు జరిపే శోధనలలో ప్రత్యక్ష పరిశీలనకు స్వల్పప్రాధాన్యం మాత్రమే వుంటుంది. అదైనా చాలా భాగం ఛాయాచిత్రం ఫలకం (ఫోటోగ్రాఫిక్ ప్లేటు) సహాయంతో జరుగుతుంది. పరిశీలించవలసిన నక్షత్రాలనుబట్టి సమయానికి, సందర్భానికి సరిపోయిన కవాటాలను ఉపయోగించి వాటిని వలసినంతసేపు తెరచి ఉంచి కాంతిని కావలసినంతగా ప్రసారం కానిచ్చి ఆయా నక్షత్రాలకు సంబంధించిన వివరాలన్నీ ఒక ఛాయాచిత్ర ఫలకం (ఫోటోగ్రాఫిక్ ప్లేటు) మీద నమోదు చేస్తారు. మనకు మామూలుగా కనిపించే నక్షత్రముల దైనందిన చలనం లేకుండా పరిహరించి స్థిరమైన నక్షత్ర ప్రతిబింబాలు మాత్రమే నమోదయ్యేట్టుగా ఈ ఛాయాచిత్ర ఫలకాన్ని అమర్చాలి. అనగా నక్షత్రాల దైనందిన చలనంతో సమానంగా తిరిగే పరికరాన్ని ఉపయోగించాలి. నేడు వాడుకలో ఉన్న దూరదర్శిని యంత్రాల బృహన్నిర్మాణాన్ని గమనించినట్టయితే బొమ్మ అటుక్కుపోకుండాను, పొడుగ్గా గీతలు సాగిపోయినట్టు ఉండకుండాను ఉండాలంటే, వాటిని త్రిప్పే యంత్రాలు ఎంత సున్నితంగా, ఎంత నిశితంగా ఉండాలో గ్రహించగలుగుతాం. ఛాయాచిత్ర ఫలకాన్ని ఉపయోగించడంవల్ల కలిగే గొప్ప సదుపాయం ఏమిటంటే కావలసినంతసేపు కవాటాన్ని తెరచి కాంతిని ప్రసరింపచేసి మామూలుగా చూస్తే కనబడని మ్లానమైన ఖగోళ దృశ్యాల ప్రతిబింబాలను పైతం స్పష్టంగా సంగ్రహించి సావకాశంగా పరిశీలించుకోడానికి వీలుండడం. పైగా యిందువల్ల అగాధమూ, అంధకార బంధురమూ అయిన అంతరిక్షపు లోతులను అన్వేషించడం సులభ సాధ్యమవుతున్నది.

నక్షత్రముల చిత్రాల తోడ్పాటుతో సాపేక్షంగా వాటి ఉనికి ఖచ్చితంగా నిర్దేశించడానికీ, వాటి కాంతి ప్రసార పరిమాణాన్ని నిర్ణయించడానికీ వీలుంది. కాంతి వర్ణచిత్రంలో వివిధ భాగాలను సంగ్రహించడానికి వీలుగా రూపొందించిన ఛాయాచిత్ర ఫలకాన్ని ఉపయోగించి నక్షత్రముల రంగులను కూడా నిర్ణయించవచ్చు. అంతేకాదు. నక్షత్రముల వర్ణచిత్రములను యథాతథంగా నమోదు చేయగలగడం, వాటి నుంచి వెలువడే కాంతి స్వరూప స్వభావాలను ఇంకా బాగా పరిశీలించవచ్చు. అందుకని వర్ణపట దర్శినిని, దూరదర్శినికి ప్రత్యేకంగా విడిగా అమర్చడంగాని, లేదా వర్ణపట దర్శినితో సహా దూరదర్శినిని నిర్మించడం

గాని అవసరం. ఇట్టి యంత్రాలసహాయంతో తీసిన నక్షత్రాల వర్ణపటములను పరిశీలించి చూడగా, అవి ఒకదానితో ఒకటి ఎంత మాత్రం పోలివుండవని తేలింది. అవి ఎంత వేర్వేరుగా ఉన్నాయంటే వాటిని పది ప్రత్యేక విధాలుగా వర్గీకరించవలసి వచ్చింది. నక్షత్ర వర్ణ చిత్రములలోని వ్యత్యాసాలకూ, కంటికి గోచరించే వాని రంగులకూ స్పష్టమైన సంబంధం ఉంది. అయితే ఈ వర్ణచిత్రాల పరిశీలన వలన దాని రంగును గురించి కంటె, భౌతికమైన స్థితిగతులను గురించే ఎక్కువగా తెలుస్తుంది.

ప్రత్యక్ష పరిశీలనవల్ల లభించిన సమాచారం అనేక విధాలుగా ఉంది. ఇతర నక్షత్రాలతో పోల్చి చూచినప్పుడు సాపేక్షంగా వ్యక్తమయ్యే ఒక నక్షత్రపు ఉనికి, లేదా స్థానం ఈ కోవలో మొదటిది. దాని రంగు, కాంతి సాంద్రత రెండవది. మూడో విశేషం ఏమిటంటే దాని వర్ణచిత్రం ఏ వర్గానికి చెందినదీ ఆ వివరాలు. అయితే నక్షత్రాలకు సంబంధించిన ఈ వివరాలన్నీ ఇలాగే శాశ్వతంగా ఎట్టి మార్పులూ లేకుండా ఉంటాయని భావింపకూడదు. సంవత్సరానికి ఒకసారి సూర్యునిచుట్టూ భూమి తిరగడంచేత, భూమిమీదనుండి మనం చూచినప్పుడు ఆయా నక్షత్రాల ఉనికిలో స్వల్ప స్థానచలనం కనబడవచ్చు. దీనిని 'పేరలెన్స్' అంటారు. అయితే ఇది మనకీ నక్షత్రాలకీ మధ్య ఉండే దూరాన్ని బట్టి మారుతూ ఉంటుంది. దూరం తగ్గితే అది పెరిగినట్టుంటుంది. అనగా దూరానికీ, దీనికీ విలోమ నిష్పత్తి. నక్షత్రాన్ని మనం చూచే మార్గానికి, అనగా దర్శన రేఖకు భిన్నమైన స్వతంత్ర చలనం ఆ నక్షత్రానికి ఉండవచ్చు. దీని వలన నక్షత్ర క్షేత్రంలో శాశ్వతమైన స్థానచలనం నక్షత్రానికి కలుగుతుంది. కొన్ని సందర్భాలలో దర్శనరేఖ వెంబడే దూరాన ఉండే కొన్ని నక్షత్రాలు చరించవచ్చు. అయితే నక్షత్ర స్థానములను చూపే ఛాయా చిత్రములలో ఈ చలనాన్ని కనిపెట్టలేకపోవచ్చుగాని. నక్షత్రపు వర్ణచిత్రంలో పరిస్ఫుటంగా కనబడే ప్రమాణ వర్ణరేఖలు ఎరుపురంగు వైపునకో, ఊదారంగు వైపునకో కదలడంచేత కలిగే డాప్లర్ స్థాన చలనములనుబట్టి ఈ చలనాన్ని కనిపెట్టవచ్చు. కృత్రిమ, లేదా నైజ నక్షత్ర చలనాలతోపాటు వాటి కాంతి ప్రసారంలోని తేడాలను గురించి కూడా మనం తెలుసుకోగలుగుతాము. ఇవి ఒక నిర్ణీత క్రమంలో కానవచ్చేవైనా కావచ్చు, లేదా అప్పుడప్పుడు సకృత్తుగా కనిపించేవైనా కావచ్చు. అనేక నక్షత్రములతో కూడిన యుగళతారలు ఒకదాని చుట్టూ ఒకటి నియమిత కాలంలో తిరు

గుతూ, ఒకదాని కొకటి అడ్డము వచ్చినప్పుడుగాని, నక్షత్ర రచనలోని పరిమాణములో మార్పులనుబట్టి స్వతఃసిద్ధంగా హెచ్చుతూ తగ్గుతూ స్పందించడం వలన గాని నిర్ణీతక్రమంలో కనబడే మార్పులు తేడాలు కలుగవచ్చు. మరొక విషయమేమంటే నక్షత్ర వర్ణచిత్రాలలో కూడా తేడాలుండవచ్చు. ముఖ్యంగా కొత్తగా పుట్టిన నక్షత్రాల వర్ణచిత్రాలలో తేడాలు ఎక్కువగా ఉంటాయి. తరచు రూపు రేఖలు మారుతూ ఉండే నక్షత్రాల వర్ణచిత్రాలలో కూడా ఏవో కొన్ని స్వల్పమైన మార్పులు గోచరిస్తూ ఉంటాయి. నక్షత్రముల ప్రాతిభాసిక కాంతికి, నిజమైన కాంతికి పరస్పర సంబంధం చాలా ఉంది. అవి రెండూ ఒకలాంటివి కావు. మనకూ, నక్షత్రానికీ ఉండే దూరం పెరిగినకొలదీ, దాని ప్రాతిభాసిక కాంతి తగ్గుతుంది. భౌతికశాస్త్ర దృష్ట్యా ప్రాతిభాసిక కాంతికంటె నైజకాంతికే ప్రాధాన్యం ఎక్కువ.

నక్షత్రాలకు సంబంధించి నంతవరకు వాటికి కొలవదగిన కోణవ్యాసం కలదా ? లేదా ? అన్నది చాలా ముఖ్యమైనది. మన కంటికి మామూలుగా తక్కువ కాంతిగల నక్షత్రముకంటే ఎక్కువ కాంతిగల నక్షత్రం పెద్దదిగా ఉన్నట్లు కనిపిస్తుంది. కాని, అది మనసులో కలిగే భ్రాంతి మాత్రమే. అలాగే ఛాయాచిత్ర ఫలకం మీద కనబడే ప్రకాశవంతములైన నక్షత్రముల ప్రతిబింబములు, మ్లానమైన వాటి ప్రతిబింబములకంటె పెద్దవిగా ఉన్నట్లు కనబడతాయి. కనుక దాని వలెనే ఇది కూడా భ్రమ మాత్రమే. అయితే దీనివల్ల కొంత ప్రయోజనం లేకపోలేదు. ఏమంటే ప్రాతిభాసిక కాంతి వర్గీకరణలో ఆయా నక్షత్రములకు గల స్థానములను అంచనాకట్టి చూపడానికి వీలైన సులభమైన మార్గం యిది. నిజానికి ఒక్క సూర్యుని విషయంలో తప్ప, తక్కిన అన్ని నక్షత్రముల కోణ పరిమితులు కొలతలకు అందనంత చిన్నవి. అలాగే దూరదర్శిని తోడ్పాటువల్ల లభించే ప్రతిబింబముల పరిమాణమునుబట్టి వెంటనే నిర్ణయించుటకు వీలులేనంత చిన్నవి. నిజానికి నక్షత్రముల కృత్రిమ కోణవ్యాసములను కొలవడానికై 'ఇంటర్ ఫెరామీటర్' అనే పరికరాన్ని ఉపయోగించే ప్రత్యేక విధానం ఒకదానిని మికల్‌సన్ రూపొందించాడు.

మృగశీర్ష నక్షత్రరాశికి చెందిన పెద్ద నక్షత్రం ఆర్ద్రా నక్షత్రం విషయంలో ఈ విధానం అనుసరించడంవల్ల సత్ఫలితాలే సమకూరాయి. అందువల్ల ఆర్ద్రా నక్షత్రపు కోణాత్మక వ్యాసం వృత్తభాగపు సెకండ్‌లో ఇరవయ్యోవంతు ఉందని

లెక్క తేలింది. ఆర్ద్రి నక్షత్రమున కుండే స్వల్పమైన పేరలాక్సునుబట్టి తేల్చిన దూరంలో ఈ కోణాత్మక వ్యాసాన్ని చేర్చి లెక్కకట్టగా, దాని వ్యాసం ఇరవై కోట్ల మైళ్ళని తేలింది.

ఒక సంవత్సరంలో నక్షత్రానికి కలిగే పేరలాక్సును కనుక్కోవడంవల్ల దానికీ, మనకీ మధ్యవున్న దూరాన్ని ఖచ్చితంగా లెక్కించవచ్చు. నక్షత్రపు కోణపరిమాణం, దాని దూరం పెరిగినకొద్దీ తగ్గుతుంది. మిక్కిలి దూరానున్నన్న నక్షత్రాలకు యిది గమనార్హం కానంతగా తగ్గిపోతుంది. ఛాయా చిత్రాలు తీయగల బ్రహ్మాండమైన దూరదర్శిని యంత్రాలు కనిపెట్టిన అసంఖ్యాక నక్షత్రాలతో పోల్చినప్పుడు, గమనార్హమైనంతగా 'పేరలాక్సు' ఉన్న నక్షత్రాల సంఖ్య చాలా స్వల్పం. అతి దగ్గరగాఉన్న నక్షత్రాలకు కూడా అతి స్వల్పమైన 'పేరలాక్సు' ఉండడం, ఎక్కువ దూరంగా ఉన్నవాటికి ఉపేక్షించ తగినంత తక్కువగా వుండడంబట్టి, నక్షత్ర జగత్తు యెంత విశాలమైనదో తెలుసుకోవచ్చు. నక్షత్ర జగత్తులో అంచులవద్ద నున్న నక్షత్రములను, నక్షత్ర సమూహములనూ కనీసం వాటి దూరభారములను నిర్ణయించగల ప్రత్యేక విధానాలు ఎన్నో రూపొందించ బడ్డాయి. వీటిని గురించి మరోసారి ప్రస్తావించ దలచాను. నక్షత్ర జగత్తు నిర్మాణాన్ని గురించి ప్రస్తుతం అమలులోవున్న భావాలను గురించి మాత్రమే ప్రస్తావించ దలచాను.

మన సూర్యుడూ ఒక నక్షత్రమే. కాని అట్టే పెద్దదీ కాదు, అంత ఎక్కువ ప్రకాశవంతమైనదీ కాదు. తన చుట్టూఉన్న ఇతర నక్షత్రాలతోనూ, శక్తివంతము లైన దూరదర్శినులచేత ప్రత్యేక నక్షత్రముల క్రింద సులువుగా విశ్లేషించబడిన పెక్కు నక్షత్ర సమూహములతోనూ కలసి సూర్యుడు ఒక స్థానిక నక్షత్ర మండ లంగా భాసిల్లుతున్నాడు. ఈ స్థానిక మండలమైనా పాలపుంత అని మనం వ్యవహ రించే పెద్ద నక్షత్ర వీధిలో ఒక భాగం మాత్రమే పాలపుంత అనే ఈ నక్షత్ర వీధి శంఖాకృతిలో ఉండే ఒక నక్షత్ర మేఘమనీ, దాని మధ్యను పెక్కు నక్ష త్రాలు దట్టంగా ఏర్పడి తెల్లటి కాంతితో మెరుస్తూ ధనూరాశిలో ఒక భాగమనీ ఖగోళ శాస్త్రజ్ఞులు అభిప్రాయపడుతున్నారు. ఈ నక్షత్ర వీధికి వెలుపల బహు దూరంలో అసంఖ్యాక నక్షత్ర వీధు లున్నాయి. శక్తివంతమైన దూరదర్శినుల సాయంతో తీసిన నభోమూర్తుల ఛాయా చిత్రాల పరిశీలనవల్ల ఈ నక్షత్రముల ఉనికి వెల్లడైంది. మన నక్షత్ర వీధికి వెలుపలగాఉన్న ఈ నక్షత్ర వీధు

అన్నింటిలోను సుప్రసిద్ధమైన 'ఏన్డ్రోమిడా'లోని నక్షత్ర మేఘం మాత్రమే ఉత్త కంటికి కనిపిస్తుంది. తగినంత శక్తిమంతమైన దూరదర్శినిలో నుంచి చూస్తే, ఈ నక్షత్ర మేఘపు లక్షణాలన్నీ స్పష్టమవుతాయి.

17. నక్షత్ర జగత్తు

సూర్యుడు కూడా ఒక నక్షత్ర మాత్రుడే. కాని భూమికి దగ్గరగా ఉండే నక్షత్రాలన్నింటి కంటె మరీ దగ్గరగా ఉండడంచేత వాటన్నింటికంటె చాలా పెద్దదిగానూ, చాలా కాంతిమంతంగానూ ఉన్నట్టు కనిపిస్తాడు. దూరదర్శినిలో నుంచి సూర్యుణ్ణి చూస్తే మధ్యభాగం ఎక్కువ కాంతిగానూ, అంచులను సమీపించిన కొద్దీ తక్కువ కాంతిగానూ ఉండే ఒక గుండ్రటి బింబం కనిపిస్తుంది. ఇలా ప్రకాశించే సూర్యోపరితలాన్ని 'ఫోటోస్ఫియర్' అంటారు. నల్లటి మచ్చలు ఉంటూ ఉండడంచేత, దానిపై నునుపు తరచు పాడవుతూన్నట్టుంటుంది. అయితే అంచులవద్ద మాత్రం 'ఫాక్యులే' అనబడే మిక్కిలి తేజోవంతమైన రేఖలు తరచు కనిపిస్తాయి. సూర్యునిమీద మచ్చలనూ, తేజోరేఖలనూ చాలా కాలంనుంచి శాస్త్రజ్ఞానికులు పరిశీలిస్తూనే వున్నారు ఈ పరిశీలనవలన ఇతర విషయములతోపాటు సూర్యుని భ్రమణ కాలం కూడా నిర్ణయించడానికి వీలవుతుంది.

మామూలు వర్ణపట దర్శిని కంతమీద సూర్యుని ప్రతిబింబింపబడేటట్టు చేస్తే, అవిచ్ఛిన్నంగా ప్రకాశవంతమైన వర్ణచిత్రం కనబడుతుంది. ఈ వర్ణచిత్రం అంతటా అడ్డంగా ఫ్రాన్ హోఫర్ రేఖలు అనబడే నల్లటి గీతలు ఎన్నో ఉంటాయి. బింబమధ్యంనుంచి అంచువరకూ, అంచు దాటిన తరువాత అనేక కేంద్రాలనుంచి ప్రసరింపచేసిన సూర్యకాంతి వర్ణ చిత్రాలను జాగ్రత్తగా పరిశీలిస్తే వాటి మధ్య ఎన్నో తేడాలున్నట్టు కనబడుతుంది. ఫోటోస్ఫియర్ కాంతి వర్ణ చిత్రం అవిచ్ఛిన్నమైనదనీ, పల్చటి ఆవిరి పొరలలోనుండి దూరి రావడం చేత దాని కాంతి హరింపబడి నల్లటి ఫ్రాన్ హోఫర్ రేఖలు ఏర్పడుతున్నాయనీ ఈ వర్ణచిత్రాల పరిశీలననుంచి గ్రహించగలుగుతాం. అసలు కాంతిని హరించి నల్లటి రేఖలను సృష్టించడంచేత ఆ ఆవిరి పొరలను రివర్సింగ్ లేయర్స్ అని వ్యవహరిస్తూ వుంటారు. దీనికి ఇంకా చాలా పైన 'క్రోమోస్ఫియర్' మండలం

అనేది వుంది. అది తేజోవంతమైన కాంతిరేఖలు కల వర్ణచిత్రాన్ని ఏర్పరుస్తుంది. చంద్రబింబంచేత సూర్యబింబం పూర్తిగా కప్పివేయబడినప్పుడు ఆ సంపూర్ణ గ్రహణ సమయంలో లభించే కొద్ది నిమిషాల కాలం ఈ క్రోమోస్ఫియర్ వర్ణ చిత్ర విశేషాలను పరిశీలించడానికి అనుకూలమైన తరుణం. ఈ క్రోమోస్ఫియర్‌కు కొంచెం వెలుపలగా 'సోలార్ ప్రామినెన్స్' అని వ్యవహరించే మండలం వుంది. దానికి యింకా వెలుపల సోలార్ కరోనా అనబడే సూర్యకిరీటం ఉంది. వీటిలో ప్రామినెన్సెస్ మండలం ప్రకాశమానంగానే వుంటుంది. కాని కిరీటభాగం అంత ప్రకాశవంతంగా వుండదు. సంపూర్ణ సూర్యగ్రహణ కాలంలో ఈ రెండు మండలాలను మామూలు కంటితో చూడవచ్చు. సాధారణ సమయాలలో కూడా 'స్పెక్ట్రో హీలియోగ్రాఫ్' అనే ప్రత్యేకమైన పరికరాన్ని ఉపయోగించి ప్రామినెన్సెస్‌కు త్వరిత కాలంలో ఛాయాచిత్రాలు తయారుచేశారు. ఎత్తైన పర్వతాల మీద నుండి సూర్యకిరీటం లేదా అధమం దాని అధోభాగాలనూ మామూలు రోజులలో కూడా ఛాయాచిత్రాలుగా తీశారు. ఈ విధంగా ఛాయాచిత్రాలను తీసే విధానాలను రూపొందించిన ఘనత 'లో్య' అనే ఫ్రెంచి ఖగోళ విజ్ఞానిది.

సూర్యుని గురించీ, సూర్యగోళం చుట్టూవున్న వాతావరణపు లక్షణాలను గురించీ, జరిపే క్రమబద్ధమైన పరిశీలన అనేక విధాల ఆసక్తిజనకమైనది. సూర్య ప్రసారపు తీవ్రత ప్రభావం మన భూమి వాతావరణ స్థితిపై విశేష ప్రాబల్యం కలిగి వుంటుంది. ప్రతి పదకొండేళ్ళకూ ఒకసారి సూర్యబింబంలోని మచ్చలలో కలిగే మార్పులను అనుసరించి మన భూమి వాతావరణంలో అనేక మార్పులు కలుగుతూ ఉంటాయి అనడానికి కావలసినంత సాక్ష్యం వుంది.

మన భూమ్యుపరితలానికి మిక్కిలి ఎత్తుగా ఉన్న వాతావరణములోని పై పొరలపై కూడా సూర్యప్రసారానికి ప్రాబల్యం వుంది. అందువల్ల రేడియో తరంగాలు భూమ్యుపరితలపు వంపు చుట్టూ తిరిగి వెళ్ళేటట్టుగా ప్రసారం చేయడానికి వీలవుతుంది. భూమిపై నివసిస్తున్న మనకు ఇందువల్ల ఈ ప్రయోజనం సమకూరడమే కాక, ఖగోళ శాస్త్రదృష్ట్యా కూడా ప్రత్యేక ప్రాధాన్యం లేకపోలేదు. ఆకాశంలోని ప్రతి నక్షత్రపు స్వరూప స్వభావాలను పూర్తిగా అవగాహన చేసుకోడానికి అవి మనకు తోడ్పడుతున్నాయి. విశ్వాంతరాళంలో బహు దూరాన ఉన్న మనకు నక్షత్రాలు సూది మొనలంత కాంతి బిందువులుగా కనిపి

స్తాయి. ఈ పరిస్థితులలో మనం చేయగలిగింది నక్షత్రపు కాంతినంతనూ కలిపి ఏకంగా పరిశీలించడమే. ఇంక సూర్యుని విషయంలో మాత్రం అలా కాకుండా బింబంలోని ప్రతి సూక్ష్మభాగముయొక్క వర్ణచిత్రాన్నీ తీసి పరిశీలించవచ్చు. అట్టి విపుల పరిశీలనవలన గొప్ప ఫలితాలు చేకూరాయి. అద్భుత విశేషాలెన్నో తెలిశాయి. ఈ సందర్భంలో ఒక్క విషయం గురించి మాత్రమే ఇక్కడ చెపుతాను. అదేమిటంటే భూమి అయస్కాంత క్షేత్రాలకంటె కొన్ని వేల రెట్లు శక్తిగల అయస్కాంత క్షేత్రాలు సూర్యుని మచ్చలలోపల ఉన్నాయని జార్జి ఇ. హేల్ కనిపెట్టాడు. వర్ణపట దర్శిని నుంచి చూచిన దానిని బట్టి ఈ అయస్కాంత క్షేత్రాలున్నాయనే సంగతి స్పష్టమైంది. సూర్యుని మచ్చల లోపల విశేష శక్తివంతములైన విద్యుత్ప్రవాహాలు కాని, వానితో సమానమైనవి కాని కొన్ని ఉన్నాయని భావించడంవల్లనే ఈ అయస్కాంత క్షేత్రాల ఉనికిని సమర్థించడానికి వీలవుతుంది.

సూర్యుని వద్దనుండి మనకుచేరే ప్రసారమంతటివల్లనూ సూర్యుని వర్ణచిత్రములో వివిధ భాగములలోని శక్తిని వివరముగా పరీక్షించడం వల్లనూ సూర్యోపరితలపు ఉష్ణోగ్రతను అంచనా కట్టవచ్చు. మిక్కిలి శక్తిమంతములైన విద్యుచ్ఛక్తి కొలిములలోకూడా లభించనంతటి వేడిమి, అనగా సుమారు 6000 సెంటిగ్రేడ్ డిగ్రీల ఉష్ణోగ్రత సూర్యోపరితలానికి కలదని తేలింది. నిజానికి ఈ వేడి ఎక్కువే అయినప్పటికీ ఖగోళ శాస్త్రదృష్ట్యా మిక్కిలి అసాధారణమైనదేమీ కాదు. ఇది సూర్యోపరితలపు వేడి మాత్రమే. సూర్యగోళము లోపలికి వెళ్ళినకొలదీ ఈ ఉష్ణోగ్రత విపరీతంగా పెరుగుతుందని నమ్మడానికి తగు కారణాలున్నాయి. అయితే సూర్యునిలోను, నక్షత్రములలోను ఉండే ఉష్ణోగ్రతను లెక్క కట్టడానికి ఖగోళ భౌతిక విజ్ఞానులు ఎలా ప్రయత్నించారో వివరించడానికి ఇక్కడ సావకాశం చాలదు. పైగా నిగూఢమైన భౌతికశాస్త్ర విశేషాలను గురించి చాలా దూరం చెప్పవలసి వస్తుంది కూడాను. ఆ ఉష్ణోగ్రత అనేక లక్షల సెంటిగ్రేడ్ డిగ్రీల ప్రమాణంలో ఉంటుంది. ఇంతంత పెద్ద సంఖ్యా ప్రమాణాలను గురించి ప్రస్తావించినప్పుడు చప్పున నమ్మడం కష్టం. అయితే నక్షత్రాల లోపలి భాగముల ఉష్ణోగ్రతను కనిపెట్టడానికి గాని, నిర్ణయించటానికి గాని ప్రత్యక్ష మార్గాలు లేనేలేవు. కాని ఋజువైన భౌతిక సూత్రాలమీదనూ, జాగ్రత్తగా జరిపిన

గణితశాస్త్ర పరిశోధనలమీదనూ, ఆధారపడి లెక్కకట్టి నిర్ణయించినవి కావడం చేత అవి నిజమనే నమ్మవలసి ఉంది.

సూర్యుని వర్ణచిత్రాన్ని, ఆకాశంలోని వివిధ నక్షత్రముల వర్ణ చిత్రములతో పోల్చి చూడడంవల్ల ప్రయోజనకరమైన ఫలితాలు లభిస్తున్నాయి. నిజానికి ఈ నక్షత్రముల వర్ణ చిత్రాలు ఒకదానికొకటి ఎంతమాత్రం పోలివుండవని ఇదివరకే చెప్పాను. ఇవి పది విధాలుగా వర్గీకరించబడి ఉన్నాయనీ, ఇవి పరస్పరం భిన్నంగా ఉంటాయనీకూడా తెలుసుకున్నాం. మన సూర్యుని వర్ణపటం కొన్ని వేల నల్లటి ఫ్రాన్ హోపర్ రేఖలతో ఉండే పసుపుపచ్చని రంగుగల నక్షత్రముల వర్ణ చిత్రములను పోలి వుంటుంది. నీలిరంగు నక్షత్రాల వర్ణచిత్రాలు వీటికంటే బహుసరళంగా ఉంటాయి. ఈ నీలి నక్షత్రాలలో వాతావరణం ఉదజని, హీలియముల శోషణ రేఖలు వాని వర్ణచిత్రంలో స్పష్టంగా గోచరించడానికి తగినట్లుగా ఉంటుంది. గాని సూర్యుని వర్ణచిత్రంలో ఎక్కువ స్ఫుటంగా కనబడే బరువైన మూలద్రవ్యముల తాలూకు రేఖలు మాత్రం ఈ నక్షత్రాల వర్ణచిత్రాలలో అంతగా కనబడవు. నక్షత్ర వర్ణచిత్రములను వర్గీకరించడానికి ప్రాతిపదికలైన లక్షణాలు ప్రత్యేకమైనవి. వీటినిబట్టి ఒకదాని తరువాత ఒకటిగా అనుసరించి వచ్చే సోపాన పరంపరవలె నక్షత్రముల పరిణామం నిర్ణీతక్రమంలో జరిగిందని మనం భావించవలసి ఉంది.

సూర్యుని నుంచి విపరీతంగా ఉష్ణప్రసారం జరుగుతూ వుంటుందని భారతదేశంలో నివసిస్తున్న మనకు ఎవ్వరూ ప్రత్యేకించి చెప్పనవసరం లేదు. నిజానికీ జగత్తులో ఉండే అసంఖ్యాకములైన నక్షత్రములకంటే సూర్యగోళం ఎంతమాత్రం పెద్దదీకాదు. ప్రకాశవంతమైనదీ కాదు. అయినప్పటికి ఈ మహాశక్తి ప్రవాహం ఎక్కడినుంచి వస్తుందని మనం సహజంగా ఆశ్చర్యపడుతుంటాము. మనకు తెలిసినంతవరకు చరిత్ర ప్రారంభమునుంచి నేటివరకూ సూర్యుని నుండి ప్రసరించే ఉష్ణశక్తిలో గమనార్హమైన తేడాలు ఎన్నడూ సంభవింపలేదు. నాటినుంచి నేటివరకు సూర్యుని నుండి ప్రసరించిన శక్తి మొత్తాన్ని రమారమిగా సరిగా లెక్కకట్టవచ్చు. ఇందుకు కారణాలను పందొమ్మిదో శతాబ్దమునాటి భౌతికశాస్త్ర సిద్ధాంతాల రీత్యా అన్వేషించ బూనుకున్నప్పుడు విరుద్ధ పర్యవసానాలను ఎదుర్కొనక తప్పదు. సూర్యుని లోపల ఉన్న మూలద్రవ్యములలో జరిగే తత్వాంతరీకరణవల్ల అతి ప్రధానమైన రసాయనిక మార్పు లేర్పడుతున్నాయని,

అందువల్లనే సూర్యునినుండీ, నక్షత్రాలనుండీ, అపారమైన శక్తి ఉత్పత్తిల్లి ప్రసారమవుతున్నదనీ భావించబడుతున్నది. అయితే ఈ తత్వాంతరీకరణ ఎలా జరుగుతోంది? దీని లక్షణాలేమిటి? దీని స్వరూప స్వభావాలేమిటి? అనే విషయాలపై అనేక వాదోపవాదాలు బయలుదేరాయి. ఇవన్నీ కూడా ఇందాక చెప్పిన నక్షత్ర పరిణామ క్రమమునకు సమన్వయింప బడినవి. ఈ విషయమై యింతకు మించి ఏమి చెప్పినా వాదోపవాదాల రొంపిలో కూరుకుపోవలసి వస్తుంది.

మన భూమికి ఎంతో దూరాన శంఖాకృతిలో వుండే నక్షత్ర మేఘాలకూ, మనకూ వుండే దూరాలూ, వానిలో ఒకదానికీ, ఇంకోదానికీ మధ్య వుండే దూరాలూ క్రమంగా హెచ్చుతున్నట్టు కనబడుతుంది. నవీన ఖగోళ శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొన్న అద్భుత విశేషాలలో ఇది ఒకటి. ఈ శంఖాకృతిగల నక్షత్ర మేఘాలు అసంఖ్యాకంగా వున్నాయని శక్తిమంతమైన దూరదర్శినీ యంత్రాలు వెల్లడి చేశాయి. ఛాయాచిత్ర ఫలకాలమీద వాటి ప్రతిబింబాలను నమోదు చేయగలిగిన మిక్కిలి శక్తిమంతమైన పరికరాలు వలసినంతసేపు వలసినంతగా, కవాటాలను తెరచి ఉంచగలిగిన యంత్రాలు నిర్మించబడ్డాయి. కొంచెం కష్టమే అయినా, వాని వర్ణచిత్రాలను యథాతథంగా సంగ్రహించగల యంత్రాలుకూడా నిర్మితమయ్యాయి. కాని మౌంట్ విల్సన్‌లోని 100 అంగుళాల దూరదర్శిని యీ ఘనకార్యాన్ని సాధించగలిగింది. నక్షత్ర మేఘాలకువుండే స్వల్పకాంతి సాంద్రతనుబట్టి వాటి దూరాన్ని ఇంచుమించుగా అంచనా కట్టవచ్చు. నక్షత్ర మేఘాలను బాగుగా పరిశీలించి కట్టిన ఈ అంచనాలు సహజంగా సరిగానే ఉంటాయని నమ్మవచ్చు. నక్షత్ర మేఘాలకూ, మనకూ వుండే దూరం పెరిగినకొలదీ అవి అమితవేగంతో మననుంచి దూరంగా తొలగిపోతూ ఉంటున్నాయని ఈ పరిశీలనవలన తేలింది. వర్ణచిత్రములో కానవచ్చే స్ఫుటమైన శోషణరేఖలు ఎరుపురంగువైపు జరగడాన్నిబట్టి మననుంచి దూరంగా పోయే నక్షత్ర మేఘాల వేగం సూచిత మవుతూ ఉంటుంది. మనకు బాగా దగ్గరగా ఉన్న నక్షత్ర మేఘాల వేగాలు సెకనుకు కొన్ని వందల కిలోమీటర్ల వంతున ఉంటాయి. దూరానికి వెళ్ళినకొద్దీ ఈ వేగం సెకనుకు కొన్నివేల కిలోమీటర్ల వరకూ పెరుగుతుంది. అతి మ్లానంగా కనబడుతూ నక్షత్ర జగత్తుయొక్క అంచులలో వుండే నక్షత్ర మేఘాల వేగం మనం చెప్పిన సమ్మజాలసంతగా సెకనుకు పదివేల కిలోమీటర్ల వంతున ఉంటుంది.

ఇలా అద్భుతంగా కనబడే విషయాలను గురించి కార్యకారణ చర్చ చాలా ఉంది. సాపేక్షవాదపు మూల సూత్రాలతూ, వీటికీ ముడిపెట్టడానికి చాలా ప్రయత్నాలు జరిగాయి. వర్ణచిత్రాలలోని రేఖల యొక్క స్థాన చలనంవల్ల నక్షత్రమేఘాలు మననుంచి పారిపోతున్నట్టు సూచించే వేగాలు వాస్తవమైనవనే భావాన్ని చాలా మంది విజ్ఞానులు ఆమోదించినట్లు కనబడుతుంది. అందుచేత నక్షత్ర జగత్తు యావత్తూ మిక్కిలి వేగంగా విస్తరిల్లుతున్నదని కూడా చాలామంది మనస్ఫూర్తిగా నమ్ముతున్నారు. అయితే నక్షత్ర మేఘాల వర్ణచిత్రంలో ఎరుపు రంగుకేసి జరుగుతున్నట్టు కనబడే రేఖల చలనాన్ని మరియొక విధంగా సమర్థించడానికి కూడ కొంతమంది విజ్ఞానులు ప్రయత్నిస్తున్నారు. విపరీతమైన దూరాన్నుంచి రావడంలో పౌనఃపౌన్యాన్ని మార్చే కొత్త లక్షణమేదో కాంతికి ఉండడంవల్లనే ఈ రేఖా చలనం కలుగుతుందని వారి నమ్మకం. మిక్కిలి వివాదాస్పదమైన ఈ విషయాలను గురించి నా స్వంత అభిప్రాయం చెప్పకుండా వుండడమే మంచిది.

18. భవిష్యత్తులో భౌతిక విజ్ఞానం

యాభై సంవత్సరాల క్రితం గతించిన ఒక గొప్ప భౌతిక శాస్త్రవేత్తను ఎవరినైనా ఒకరిని పునరుజ్జీవితుని చేసి నవీన భౌతిక విజ్ఞాన చర్చలలో పాల్గొనవలసిందిగా ఆహ్వానిస్తే అందులో మాట్లాడేవారంతా, అర్థం పర్థం లేని ప్రసంగాలు చేస్తున్నారని ఆయన తప్పక భావించగలడు. 'కేంద్రకములు' 'ఐసోటోపు'లు 'క్వాంటా''ఫోటాన్స్','ప్రోటాన్స్','న్యూట్రాన్స్','ఎలెక్ట్రాన్స్','పాజిట్రాన్స్' 'మీజాన్స్' మొదలైన కొత్తమాటలను ఇదివరకు ఎన్నడూ విననివాటిని ఎన్నింటినో అందులో పాల్గొంటున్న ప్రతివారూ వాడుతూండడం వింటాడు. ఈ మాటలకు అర్థం ఏమిటండీ అని ప్రక్కనున్న సభ్యులలో ఎవరినైనా అడిగితే జవాబుగా నిరుత్సాహం కలిగించేటట్టుగా చిన్నినవ్వు నవ్వుతారు లేదా మళ్ళీ బడికి వెళ్ళి నేర్చుకురావయ్యా, అని మందలించనైనా మందలిస్తారు. అయితే ప్రసక్తానుప్రసక్తంగా యథాలాపంగా ఆ కాలం వారికి సుపరిచితాలైన న్యూటన్ సిద్ధాంతాల ప్రస్తావన వచ్చినప్పుడు మాత్రం ఆయన మనస్సు కొంత కుదుట పడవచ్చు అలాగే వెలుతురును గురించి మేక్స్వెల్ ప్రతిపాదించిన విద్యుదయస్కాంతవాదం గురించి అంతగా తరచుగా ప్రస్తావించక పోయినప్పటికీ త్రోసివేయబడలేదని తెలుసుకొన్నప్పుడు కూడా కొంచెం సంతోషించి ఉంటాడు. పరమాణు కేంద్రక, విదళనాన్ని గురించి, మీజాను విచ్ఛిన్నం కావడం గురించి, విశ్వకిరణముల జల్లులను గురించి, బరువైన ద్రవ్యకణాలనుగురించి, బర్క్లే సైక్లోట్రాను గురించీ, రేడియో ధార్మిక శక్తులు గల ఐసోటోపుల గురించి తరచుగా ప్రసంగిస్తూండడం విని, సాంకేతిక పరిభాష తెలియక పోవడంవల్ల అదంతా రసహీనమైన గందరగోళపు చర్చగా భావించుకుంటాడు.

గడచిన పదేండ్లలోను కలిగిన బ్రహ్మాండమైన మార్పుల స్వభావాన్ని నచ్చచెప్పడానికే నవీన భౌతిక శాస్త్రానికి సంబంధించిన ఈ సమగ్ర ప్రస్తావన

అంతాను. ఈ నవ్య భౌతికవిజ్ఞానంలో చాలాభాగం ప్రయోగమూలంగా లభించిన నూతన విజ్ఞానం మీదను, నూతన సిద్ధాంతాల మీదను ఆధారపడి వుంది. నిజానికి పందొమ్మిదో శతాబ్దాలోని భౌతికశాస్త్రం అంతరించిపోలేదుకాని, నవ్యభౌతిక విజ్ఞానులు విశ్వరచనా రహస్యాలను తెలుసుకోవడానికి సాగిస్తున్న తర్జన భర్జన ఫలితంగా ఆవిర్భవించిన నవ్య భౌతిక విజ్ఞాన సౌధపు క్రీనీడలో కనబడకుండా పోయింది. అంతే. ఈ భిన్న దృక్పథాల మధ్య జరిగే సంఘర్షణలే భౌతిక శాస్త్రంలోనూ, జీవశాస్త్రంలోనూ నూతన ప్రతిపాదికలుగా రూపొందాయి. వీటన్నింటిని సమన్వయించి వీలైనంత సమగ్రమూ, సంక్షిప్తమూ అయిన సూత్రములుగా నిబంధించి భవిష్యత్తులో ఆయా తత్వముల ప్రవర్తనను సూచించగలగడమే గణిత భౌతిక విజ్ఞాని పని. ఇంక విభిన్న పరిస్థితులలో ఆయా తత్వముల ప్రవర్తనను పరిశీలించి గణితవేత్త సూచించిన సూత్రములను ఋజువు చేయడం కొత్త కొత్త సూత్రములను చేతనైతే కనిపెట్టడం ప్రయోగ కుశలురైన భౌతిక శాస్త్రజ్ఞుల పని. ఇప్పుడీ నవ్య భౌతిక విజ్ఞానం ప్రతిభాశాలురైన పండితులు సైతం సంపూర్ణంగా అర్థంచేసుకోడానికి వ్యవధి చాలనంత విశేష వేగంతో విపరీతంగా అభివృద్ధి చెందుతోంది. ఈ అభివృద్ధిని వారు బహు కష్టంమీద స్థూలంగామాత్రమే తెలుసుకో గలుగుతున్నారు. ఏదో ఒకనాడు ఇంతకంటె చక్కగా దీనినంతా తెలుసుకోగలిగేటంత వరకూ జీవించగలమని ఆశిస్తున్నారు.

ఈ పరిస్థితులలో ముందు రాబోయే విషయాలను గురించి చెప్పండి అని ఆహ్వానించబడడం చాలా బాధాకరమైన గౌరవం. అయితే భౌతిక విజ్ఞానం కేవలం అనుభవం మీదనే ఆధారపడిన శాస్త్రం కాదుగనుక అంత మరీ అన్యాయం కాదు. ప్రకృతి పోకడలను తేటపరచడానికై క్రమపద్ధతిని సహేతుకమైన ధోరణిలో వినియుక్తమవుతున్న గణిత సిద్ధాంత సముదాయమే భౌతిక విజ్ఞానమని నిర్వచింపవచ్చు. అందుచేత ప్రయోగ మూలకంగా ప్రత్యక్షంగా చూడకముందే గణిత శాస్త్ర పంథాల్లో హేతువాదం ఉపయోగించి ప్రకృతిలోని పోకడలను గురించి ముందుగానే జోస్యం చెప్పడానికి వీలైనట్టిది ఈ శాస్త్రం. ప్రయోగశాలలో నిరూపించడానికి పూర్వమే ఇందలి ప్రధాన సూత్రాలన్నిటినీ భౌతిక - గణిత శాస్త్ర హేతువాదములతో ముందుగానే కనిపెట్టగలగడం నవ్యభౌతిక విజ్ఞానపు ప్రధాన లక్ష్యాలలో ఒకటి. ఇందుకు మంచి ఉదాహరణ : ఎలెక్ట్రానూ, మీజానూ తరంగాల వలె ప్రవర్తిస్తాయని, డి. బ్రాగ్లే చెప్పిన జోస్యం, ఆ తరువాత కొంత కాలానికి

ప్రయోగ మూలకంగా నిస్సందేహంగా ఋజువు కావడం. ఇందుకు మరొక మంచి ఉదాహరణ : సుమారు ప్రోటాను కున్నంత బరువు కలిగి, ప్రోటానుకుండే విద్యుదావేశముకంటే కొన్నిరెట్లు విద్యుదావేశముగల వివిధములైన నూతన ద్రవ్యాణువులు ఉంటాయని డాక్టర్ హెచ్. జె భాభా ప్రకటించిన సంగతి. (ఇటీవల ఇండియన్ అకాడమీ ఆఫ్ సైన్సు ప్రచురించిన వైజ్ఞానిక వ్యాస పరంపరలో ఆయన సూచించిన సంగతులు త్వరలోనే ప్రయోగమూలకంగా ఋజువు కాగలవని నేను విశ్వసిస్తున్నాను.)

ద్రవ్యరచనా రహస్యాన్ని పూర్తిగా అవగాహన చేసుకొనే తలంపుతో నవ్యభౌతిక విజ్ఞానం త్వరితగతిని పురోగమిస్తున్నది. అమిత వేగంతో పయనించే పరమాణువులతో మనకు తెలిసిన మూలద్రవ్యాలను ముట్టడించి, నూతన రసాయన పరమాణు జాతులను రూపొందించడం ద్వారా ఇటీవల కొన్ని సంవత్సరములలో విశేషమైన అభివృద్ధి పొడచూపింది. ఈ అభివృద్ధి పరంపరకు కారణభూతమైనది కాలిఫోర్నియాలోని బెర్కిలే విశ్వవిద్యాలయంలో ఆచార్యపీఠం అధిష్ఠించిన ఇ. ఓ. లారెన్సు నిర్మించిన సైక్లొట్రాన్ యంత్రం దీనిలో ప్రొఫెసర్ లారెన్సు ఆయన సహచరులు సాధించిన ఫలితాలు చూసి ప్రపంచంలోని ప్రముఖ ప్రయోగశాలల్లో చాలా వాటిలో సైక్లొట్రాన్ యంత్రాలు ప్రతిష్ఠించబడ్డాయి. ప్రస్తుతానికి కేంబ్రిడ్జిలోని కెవేండిష్ ప్రయోగశాలల్లో ప్రతిష్ఠించబడిన ఒక సైక్లొట్రాన్ యంత్రం సాయంతో డాక్టర్ ఆర్. యన్. కృష్ణన్ అనే భారతీయ విజ్ఞాని అనేక సత్ఫలితాలను సాధించ గలిగాడు. ఇతోధికంగా శక్తివంతమైన కొత్తరకం సైక్లొట్రాన్ యంత్రాన్ని నిర్మించడానికై రాక్ ఫెల్లర్ ధర్మనిధి వారు ప్రొఫెసర్ లారెన్సుకి పదిలక్షల డాలర్లు విరాళం ఇచ్చినట్టు విన్నాం. ఈ నూతన యంత్రం తోడ్పాటుతో ఇంతవరకు దురవగాహంగా ఉన్న పరమాణు రచనా రహస్యం అచిర కాలంలోనే తేటతెల్లం కాగలదని ఆశించవచ్చు. గడచిన రెండు దశాబ్దాలలోనూ పరమాణువు ఉపరితలానికి చెందిన విద్యుత్సంబంధమైన నిర్మాణ రహస్యాలను భౌతిక శాస్త్రం విడమరచి చూపించింది. అలాగే రానున్న పది సంవత్సరాలలోను పరమాణువు రసాయనిక చిహ్నమును నిర్ణయించే కేంద్రకము అంతరాంతరాలలో దాగి ఉన్న రహస్యాలను పైకితీసి నవ్యభౌతిక విజ్ఞానం మనకు అందించగలదనడానికి ఎట్టి సందేహం అక్కరలేదు.

పరమాణు కేంద్రకముల గురించి ఈనాడు మనకు తెలిసిన దానినిబట్టి విశ్వరచనా రహస్యాలు చాలవరకు అవగాహన మవుతున్నాయి. ఆకాశంలో మిణుకు మిణుకు మనే అసంఖ్యాక తారకలనే బ్రహ్మాండమైన కొలుములలో నిరంతరం మూలద్రవ్యాల తత్వాంతరీకరణ జరుగుతూ ఉంటుంది. ఈ తత్వాంతరీకరణం వల్లనే నక్షత్రముల శక్తి అపారంగా వెలువడుతున్నదని ఇదివరకే గుర్తించబడింది. అందువలన ద్రవ్యరచనా రహస్యాన్ని గురించి మనకు క్రొత్త సంగతులు తెలిసే కొలది నక్షత్ర జగత్తుయొక్క భూతభవిష్యద్వర్తమానాల గురించి కూడా పూర్తిగా తెలుసుకోగలమని విశ్వసించవచ్చు.

వచ్చే పది సంవత్సరాలలోను నవ్యభౌతిక విజ్ఞాన విధానాలు, సిద్ధాంతాల ప్రభావం రసాయన, జీవశాస్త్రముల మీద విశేషంగా కనబడగలదని నిర్భయంగా జోస్యం చెప్పవచ్చు. నిజానికి పందొమ్మిదో శతాబ్దమునాటి భౌతికశాస్త్రం రసాయన ప్రక్రియలకు తగినంత ఉపపత్తిని చెప్పగలిగేటంత శక్తివంతమైనది కాదు. ఈ లోటును నవ్యభౌతిక విజ్ఞానం తీర్చింది. అందుకనే కనీసం సిద్ధాంత సంబంధంగానైనా నేటి రసాయనశాస్త్రం గణిత భౌతిక విజ్ఞాన శాస్త్రంలో ఒక అంతర్భాగంగా నెమ్మదినెమ్మదిగా పరిణతి చెందుతున్నది. కేవలం నిత్యజీవిత వ్యవహారాలకు పనికి వచ్చేదిగా ప్రసిద్ధిచెందిన రసాయనశాస్త్రం, నిజమైన శాస్త్ర జ్ఞాన శాఖగా రూపొందడం వల్ల మనకు తప్పకుండా మేలు చేకూరగలదు. అలాగే భౌతిక రసాయన శాస్త్రాలకూ తన ప్రత్యేక వ్యాసంగానికీ, సన్నిహిత సంబంధం కలదన్న సంగతిని జీవ శాస్త్రజ్ఞుడు గుర్తిస్తూనే ఉన్నాడు.

పైగా, భౌతిక, రసాయన శాస్త్ర విధానాలనూ, పరికరాలనూ జీవశాస్త్రజ్ఞులు తరచుగా ఉపయోగించుకుంటూనే ఉన్నారు. జీవశాస్త్రం సైతం ద్రవ్యలక్షణాలను వివరించే ప్రధాన శాస్త్రాలకు దగ్గరదగ్గరగా వస్తూందని చెప్పడానికి స్పష్టమైన సూచన లున్నాయి. రాబోయే పదేండ్లలోనూ జీవ రహస్యమును పూర్తిగా తెలుసుకోగలమని ఆశించలేకపోయినా దానికి గల భౌతిక రసాయనిక ప్రాతిపదికలను గురించి అయినా ఇతోధికంగా తెలుసుకోగలమని ఆశించవచ్చు.

19. శాస్త్ర దృష్టి

శాస్త్ర మూలములైన విషయాలనూ, సూత్రాలనూ కనిపెట్టిన ప్రముఖుల పేర్లను ఆయా శాస్త్ర శాఖలతో చేర్చి చెప్పడం పరిపాటి. ఇది నిజానికి చాలా మంచి అలవాటే. ఇందువల్ల శాస్త్ర పరిభాషను క్లుప్తపరచి స్పష్టంగా అర్థవంతంగా ఉండేటట్లు రూపొందించడానికి వీలవుతుంది. పైగా ఏదైనా ఒక వైజ్ఞానిక సత్యాన్ని శ్రమపడి కనుగొన్న ప్రముఖ శాస్త్రజ్ఞుల నామధేయాలను జ్ఞాపకముంచుకోడానికికూడా ఈ అలవాటు పనికి వస్తుంది. అంతేకాదు. ఆయా శాస్త్ర శాఖలను అభ్యసించే విద్యార్థికి అందలి నాయకుల పేర్లతో ముందుగానే పరిచయమవుతుంది. శాస్త్రాభ్యాసంలో ఈ రీతిగా లభించే మేధావుల పరిచయం అమూల్యమైంది. ఇందువల్ల నవనవోన్మేషమైన ఉత్సాహ ప్రభుశక్తుల ఫలితంగా నిరంతరం, నిరంతరాయంగా విజ్ఞానాభివృద్ధి జరుగుతుందనే విషయం కూడా బాగా తెలుస్తుంది.

శాస్త్రములోని ప్రత్యేక శాఖల చరిత్రనూ, వాని అభివృద్ధికి తోడ్పడిన మేధావుల జీవిత చరిత్రలనూ అభ్యసించడం, విజ్ఞానం లక్ష్య లక్షణాలను సరిగా పూర్తిగా గ్రహించడానికి చాలా అవసరం. మామూలుగా సంప్రదాయానుసారం వ్రాసిన పాండిత్య ప్రకర్ష గలిగిన శాస్త్రీయ గ్రంథాలను వ్యాసాలను పఠించడం కంటె, ఇవి చదవడం మూలాన ఎంతో ప్రోత్సాహం లభిస్తుంది. విజ్ఞాన వికాసపు చరిత్రా, వైజ్ఞానికుల జీవిత చరిత్రలూ, శాస్త్రోపాధ్యాయునికి అమూల్య భండారాలు. తన తరగతిలో విద్యార్థులకు విషయంపై ఏ మాత్రం కొంచెంగానైనా శ్రద్ధ తగ్గుతున్నట్లు తోచినప్పుడల్లా, చెప్పే విషయానికి సంబంధించిన ఒక గొప్ప సంగతిని గురించిన గాథను చెప్పడంవల్లగాని, లేక ఆ శాస్త్ర శాఖలో అమోఘ కృషి సాగించి కృతకృత్యుడైన ప్రఖ్యాత పరిశోధకుని గురించిన ఒక ముచ్చటను జ్ఞాపకం చేయడంవల్లగాని ఉపాధ్యాయుడు వారిని తప్పక ఉత్సాహ

పరచి, వారి మనస్సు మళ్ళీ విషయం పై లగ్నం అయ్యేటట్టు చేయగలడు. ఈ ప్రకారం చెప్పడంవల్ల విజ్ఞానం ఎలా వికసించిందో, సహేతుకమైన నిశితదృష్టి విజ్ఞానాభివృద్ధికి యెలా ప్రధానమో విద్యార్థికి తెలిపేటట్టు అధ్యాపకుడు వివరించ గలుగుతాడు.

వైజ్ఞానిక విశేషాలను కనిపెట్టడమంటే ఏమిటి ? అది యెలా సాధ్యం ? అనే ప్రశ్నలు శాశ్వతమైనవి. తరచుగా అనేకమంది అడుగుతూ ఉంటారు కూడా. కాని వీటికి అనేకమంది అనేక విధాల జవాబులిచ్చారు. సాధారణంగా వైజ్ఞానికులు కనిపెట్టేది ఒక కొత్త విషయమో, లేదా భావమో అయి ఉంటుంది. అయితే, సహేతుకంగా వివరించబడని కొత్త విషయం ఏదీ కూడా విజ్ఞానాభివృద్ధికి ఏ విధంగానూ ప్రయోజనకారి కాదు. అలాగే ప్రత్యక్ష సాక్ష్యాధారాలలో రుజువు కానట్టి కొత్త భావంకూడా నిరుపయోగమైందే. అందుచేత కొత్తగా కనిపెట్టిన విషయం ఏదైనప్పటికీ విజ్ఞాన వికాసానికి దోహదకారి కావాలంటే దానికి సిద్ధాంత బలమూ, ప్రయోగబలమూ కూడా ఉండాలి. పైగా యీ రెండింటిలో ఏది ముఖ్యం అంటే అది ఆయా ప్రత్యేక పరిస్థితులమీద విశేషంగా ఆధారపడి ఉంటుంది. అప్పుడే వాటినిబట్టి యిది ప్రయోగ ప్రధానమైనదని, ఇది సిద్ధాంత ప్రధాన మైనదనీ నిర్ణయించవచ్చు. ఇందుకొక ఉదాహరణ చెబుతాను : రాన్జన్ ఎక్స్-కిర ణాలను కనిపెట్టడం స్పష్టంగా ప్రయోగ మూలమైనది. ఇంక ప్లాంక్ కనిపెట్టి, నిర్వచించిన 'క్వాంటమ్ ఆఫ్ యాక్షన్' ఎక్స్-కిరణాలంత ముఖ్యమైనదే ఐనా, సిద్ధాంత ప్రధానమైనది. ఆయా విషయాలను వైజ్ఞానికులు కనుగొన్న విధానం, అందుకు వారికి కావలసిన మానసిక ప్రవృత్తి, యీ రెండు సందర్భాలలోనూ పరస్పరం భిన్నంగా ఉన్నాయి. ప్రయోగ కుశలురైన వారికీ, సిద్ధాంత నిపుణులకూ మానసిక ప్రవృత్తిలో ఉండే తేడాలు గణిత విజ్ఞానంలో బాగా కనబడ్డాయి. కేవలం అనుభవంమీదనే ఆధారపడినట్టి విజ్ఞాన శాస్త్రములలోను, ప్రత్యక్షంగా గోచరించే విషయాలనూ, వాటికి సంబంధించిన ఆలోచనలనూ అంత సులభంగా విడదీయ వీలుకాని సందర్భాలలోను ఈ తేడాలు చాలా తక్కువగా వ్యక్తమవు తుంటాయి.

'ఆవిష్కరణ' ('డిస్కవరీ') అనే పదంలో ఏదో నాటకీయమైన సంఘ టన, భావోద్రేకం సూచితమవుతూ ఉంటాయి. పొలం దున్నుతూంటే యీ భై కేరట్ల వజ్రం దొరికితే కలిగే ఉద్వేగమూ, ఉద్రేకమూ వంటి అనుభూతి ఇది.

విజ్ఞాన వికాసపు చరిత్ర అంతా ఇలాంటి నాటకీయమైన ఆవిష్కరణలతో నిండి వుంటుంది. అందులో అడుగడుగునా ఆ యా విషయాలను కనుగొన్న విజ్ఞానుల ప్రవర్తనలో తక్షణమే కానవచ్చే ఉత్సాహోద్వేగాలు వ్యక్తమౌతుంటాయి. వైజ్ఞానికుల జీవితంలో ఒకటి రెండు సన్నివేశాలను గురించి నేను చెప్పగలను. ఇందులో ఒకటి ఆర్కిమిడీస్‌కు సంబంధించినది. ఆయన జటిలమైన వైజ్ఞానిక సమస్యలను ఒకదానిని గురించి తీవ్రంగా ఆలోచిస్తూ స్నానం చేస్తున్నాడు. ఆ సమయంలో తాను ఆలోచిస్తున్న సమస్యకు సమాధానం మనస్సులో తళుక్కు మనగానే, స్నానం చేస్తూ చేస్తూనే "తెలిసింది, తెలిసింది" (యురేకా, యురేకా) అనుకుంటూ ఆనంద తన్మయత్వంతో ఒంటిమీద బట్టకూడా లేకుండా వీధిలోకి పరుగెత్తుకువచ్చాడని వైజ్ఞానికులు పరంపరగా చెప్పుకుంటూ ఉంటారు. అప్పుడానాడు ఆయన నిర్వచించిన సూత్రం విజ్ఞానశాఖలో అతి ప్రధానమైన 'హైడ్రోస్టాటిక్స్' నేటికీ ఆయన పేరుమీదుగా వ్యాప్తిలో ఉంది. అప్పుడు తాను కనుగొన్న ఈ నూతన సత్యం అత్యంత ప్రధానమైనది అనే పరిజ్ఞానం వల్ల కలిగే తీవ్రమైన భావోద్రేకమే ఈ కథకు ఇతివృత్తం. అట్టి సమయాలలో కలిగే ఆనందం అనిర్వచనీయం, అనుభవైకవేద్యం మాత్రమే విజ్ఞాన వికాసానికి, వైజ్ఞానిక పరిశోధనలకు తమ జీవితాలను అంకితం చేసిన వారందరికీ కూడా ఇలాంటి నాటకీయతతో నిండివుండే అమూల్య క్షణాలు ఒకటి రెండు సార్లయినా తటస్థిస్తాయి. కేవలం జ్ఞాన సంపాదనకొరకే జీవితకాలమంతా గడిపినందువల్ల లభించగల మహత్తర బహుమానం ఈ క్షణాలే. అయితే ప్రతిసారీ ప్రతివారూ గొప్ప గొప్ప విషయాలనే కనుగొనలేకపోవచ్చు. ఏమైనా తాను సైతం అంత ముఖ్యమైనవి కాకపోయినా, కొత్త విషయాలను కనుగొనగలిగానన్న సంతృప్తి విజ్ఞానులకు అమితమైన ప్రోత్సాహాన్ని కలిగిస్తూ ఉంటుంది. కాని అటువంటి చిన్న చిన్న ఆవిష్కరణలు అంతరాత్మను కదలించే టంతటి నాటకీయత కలవికావు.

వైజ్ఞానికులు ఎంతెంత గొప్ప విషయాలను కనుగొన్నా, బాహ్యప్రపంచం ఆదిలో ఆ సంగతి గుర్తించలేదు. వానిని కనుగొన్న విజ్ఞానికి బ్రహ్మరథం పట్టనూలేదు. పైగా దాని ప్రాధాన్యాన్ని అనేక విధాల తగ్గించడానికి ప్రయత్నించే అనాలోచనాపరులూ, అసూయాపరులదే మొదట్లో పైచేయిగా ఉండడం పరిపాటి. ప్రతి ఆవిష్కరణా కేవలం అనుకోకుండా యాదృచ్ఛికంగానో, లేక అదృష్టవశంగానో కనుగొన్నదేనని దుష్ప్రచారం చేయడం కూడా సర్వసాధారణమైపోయింది. దైవికంగా కొట్టుకువచ్చిన దన్నట్టుగా మాట్లాడుతారు. అలాంటి

వ్యాఖ్యానాలు నిజంగా శోచనీయమైనవి. అర్థరహితమైనవిన్నీ, వైజ్ఞానికులు కనుగొన్నవన్నీ హఠాత్సంభవ మనే ఊహ సరియైనదే అయితే, అవి ఏవో కొన్ని ప్రత్యేక లక్షణాలు కల ప్రతిభావంతులకు తప్ప, సామాన్యులకు ఎందుకు సాధ్యం కావడంలేదు ? అని నా ప్రశ్న. కనుక వైజ్ఞానిక ఆవిష్కరణలన్నీ యాదృచ్ఛికాలనడం, లేదా అదృష్ట విశేషాలనడం సరికాదు, భావ్యంకాదు. తాను తప్పక కనుగొనగలననే ఆత్మవిశ్వాసంతో, ఆశతో, ఆసక్తితో, తనకు నచ్చిన విషయాన్ని ఎన్నుకొని ఉత్సాహంగా పనిచేస్తూ, జ్ఞానదృష్టితో సత్యాన్ని అన్వేషించే వారే, నూతన విశేషాలను ఆవిష్కరించగలుగుతారు. వైజ్ఞానిక సత్యాల ఆవిష్కరణలో దాని నిజ స్వరూపాన్ని పరిశీలకులు చక్కగా గుర్తించ గలగడమే అతి ముఖ్యమైన అంశమని. ఇవి కేవలం యాదృచ్ఛికములని వాదించేవారు మరిచిపోతుంటారు. ఎందుకంటే తగినంత సామర్థ్యం. జ్ఞానం లేనివాడు వైజ్ఞానిక సత్యాలను కనుగొనడం ఏనాటికీ. ఎవ్వరికీ సాధ్యంకాదు సాధారణంగా శాస్త్ర సంబంధములైన ఏ ఆవిష్కరణములైనా జాగ్రత్తగా ఆలోచించి నిర్ణయించుకొన్న ప్రణాళికానుసారంగా పట్టుదలతో కొనసాగించిన కృషి ఫలితములే గాని ఇతరములు కావు. కొన్ని మాసములపాటు, లేదా కొన్ని సంవత్సరాలపాటు నిర్ణీత రంగంలో క్రమపద్ధతిని కొనసాగించిన ఆలోచనకూ, పరిశోధనకూ ప్రతిఫలముగానే ఈ ఫలితాలు అసలు రావడమంటూ ఉంటే-వస్తాయి.

వస్తుతః అతి ప్రధానమైన ప్రయోగములు, పరిశీలన ఫలితముగా లభించిన కొత్త కొత్త విషయాల ప్రాముఖ్యాన్ని గుర్తించడానికే ప్రపంచానికి ఒకొక్కప్పుడు చాలాకాలం పట్టుతున్నప్పుడు, అనుమాన ప్రమాణంతో సాధించిన కొత్త సిద్ధాంతాలను ఎవ్వరూ ఒకపట్టున వెంటనే ఆమోదించరు. అట్టివి అనాదరణీయములనీ, సందేహాస్పదములనీ భావించడం పరిపాటి. ఇట్టి పరిస్థితులలో ఈ కొత్త అభిప్రాయాలను, సిద్ధాంతాలను ప్రతిపాదించేవారు. వాటిని పదిమందిచేత ఆమోదింపచేయడానికి ముందు కొన్నేళ్ళపాటు పట్టు విడవకుండా వాదించడం. ప్రయోగమూలకంగా తిరుగులేని ఉపపత్తిని చూపించడం చాలా అవసరం. ఈ సందర్భంలో ఎరీనియస్ సంగతిని ప్రస్తావించడం ఎంతో సముచితం. ఆయన డాక్టరేట్ పట్టాని పొందకోరి స్టాక్‌హోమ్ విశ్వవిద్యాలయానికి ద్రావణాలపై ఒక వైజ్ఞానిక వ్యాసాన్ని రచించి సమర్పించాడు. ఈ సందర్భంలో తాను ప్రతిపాదించిన వినూత్న సిద్ధాంతా లన్నింటికీ ప్రయోగమూలకమూ, సోదాహరణ పూర్వకమూ అయిన ఉపపత్తు లెన్నింటినో పేర్కొన్నాడు. ఎంతో కష్ట

పడి, ఎన్నో ప్రయోగాలు చేసి, ఎంతో కాలం పరిశీలించి ప్రతిభా పూర్వకంగా రచించి సమర్పించిన విప్లవాత్మకమైన వ్యాసానికిగాను అతనికి లభించిన బహూమానం నాలుగో తరగతి డిగ్రీ మాత్రం. అందువల్ల విద్యాసంస్థలలో అధ్యాపక వృత్తిని స్వీకరించే యోగ్యత అతనికి లేకుండా పోయింది అయితేనేమి ఎరీనియస్ మహాశయుడు యీ ఆశాభంగానికి తట్టుకొని, చివరకు నోబుల్ బహుమానాన్ని పొంది మిక్కిలి గొప్ప శాస్త్రవేత్త యని సర్వత్రా సత్కరించబడ్డాడు. ఇదే కాదు. ప్రతిభావంతులైన యువకులను నిరుత్సాహపరచి, వారిని ఎంత మాత్రం పైకి రాకుండా చేసిన విచారకరమైన సంఘటనలు కూడా ఎన్నో ఉన్నాయి.

విజ్ఞాన వికాస చరిత్రలో అతి ప్రధానమైన విషయం ఏమిటంటే మహత్తర వైజ్ఞానిక సత్యాలను కనుగొన్న ప్రతిభాశాలురలో చాలామంది యువకులే అయిఉండడం. ఇందుకు అనేక ఉదాహరణలు చూపవచ్చు. ఏదైనా ఒక విజ్ఞానశాస్త్ర విభాగాన్ని గురించి గ్రంథ రచనకు పూనుకొని యువకులు కనిపెట్టిన విషయము లన్నింటినీ విడిచిపెట్టబూనితే గ్రంథస్థం చేయడానికి మిగిలేదేమీ ఉండదు. అసలు సంగతేమిటంటే వైజ్ఞానిక పరిశోధనలు జయప్రదం కావడానికి ముఖ్యంగా కావలసినది యువకులకు స్వభావసిద్ధంగా ఉండే నూతన దృక్పథమే కాని, వయస్సుచేత, అనుభవంచేత పక్వమైన విజ్ఞానమూ, అనుభవమూ కాదు అని. పైగా వయస్సుతో పాటుగా పెరిగే సంప్రదాయ వ్యామోహం వైజ్ఞానిక పురోగమనానికి అనేక విధాల అడ్డం వస్తుందని దీనినిబట్టి వెల్లడవుతుంది. యువకుల మనస్సులలో గొప్పగొప్ప భావాలు సులభంగా కలుగుతాయి. అయితే ఆ నూతన భావాలను సరిగానూ, పూర్తిగానూ ఉపయోగంలోకి తీసుకరావడానికి చాలాకాలం అవసరమవుతుంది. కనుక వయస్సు, అనుభవం వైజ్ఞానిక కృషిలో కేవలం పనికిరానివి కావు. యువకుల మనస్సులలో విశృంఖలంగా పరుగులెత్తే భావములను నిరోధించడానికై వయస్సు వలన కలిగే అనుభవం పూర్వాచార పరాయణత్వం కొంతవరకు ఉపయోగపడవచ్చు. ఇష్టమైతే పెద్దలు సైతం పిన్నలకుండే ఉత్సాహాన్ని, నవనవోన్మేషమైన దృక్పథాన్ని వయస్సుతోపాటు పెంపొందించుకోవచ్చు. అందుచేత వయస్సుతోపాటు తమలో కలిగే పూర్వాచార పరాయణత్వం పిన్నల ప్రతిభను అణచివెయ్యకుండా ఉండగలిగినంత వరకూ, పెద్దలు మార్గదర్శకులై పిన్నవారిని ఉత్సాహపరుస్తు, కొత్తకొత్త పరిశీలనలకూ, పరి

శోధనలకు ప్రోత్సహిస్తూ ఉండవచ్చు. ఆ ప్రకారం పిన్నవారిలో ప్రతిభావంతులను కనిపెట్టి, వారి శక్తియుక్తులు స్వేచ్ఛగా వ్యక్తపరచుకోవడానికీ, వృద్ధి పొందించుకోవడానికీ ఎక్కువ అవకాశములను కలిగించడం శాస్త్రజ్ఞులలోని పెద్ద తరము వారికి అవశ్యానుసరణీయమైన ముఖ్య కర్తవ్యం.

విజ్ఞాన వికాసానికై తమ యావచ్ఛక్తియుక్తులనూ వినియోగించి అహరహం అందుకోసమే పాటుపడుతుండే వారిని ప్రేరేపిస్తూ ఉండే దృక్పథాన్ని గురించి ఇంతవరకూ నేనేమి ప్రస్తావించలేదు. ఇంతకూ ఏదో ఒక ఆదర్శం కోసం తమ్ము తాము అంకితం చేసుకొనేటట్టు మానవులను ప్రేరేపించే దేమిటి? అనే ప్రశ్నలో ఇది అంతర్భాగం. నూత్న వినూత్న సృష్టిచేయాలనే తపనే విజ్ఞాన వ్యాసంగానికి ప్రధానమైన ప్రేరణ అని అందరూ ఒప్పుకుంటారనుకుంటాను. చిత్రకారుడు, శిల్పి, వాస్తు శాస్త్రజ్ఞుడు, కవి ఒక్కొక్కరు ఒక్కొక్క విధంగా ప్రకృతినుంచి ప్రేరణపొంది అందువల్ల కలిగిన భావావేశాన్ని రంగులతోనో, చలువరాతిలోనో, లేదా నల్లరాతిలోనో, లేదా ఏర్చికూర్చిన మేలిముత్యాల హారమువంటి లలిత మోహన సుందర వృత్తములలోనో వ్యక్తీకరించడానికి ప్రయత్నిస్తారు. విజ్ఞానులు సైతం ప్రకృతి నారాధించే విద్యార్థులే. కనుక ప్రకృతి నుంచే ప్రేరణ పొందుతారు. ప్రకృతిని గురించి తమ మనస్సులలోఎన్నెన్నోసుందర భావ చిత్రాలను నిర్మించుకుంటారు. అనంతమూ, అవ్యక్తమూ, నిగూఢమూ, క్లిష్టమూ అయిన ప్రకృతి పోకడలను అవగాహన చేసుకొని సులభ సూత్రాలను రూపొందించడానికి ప్రయత్నిస్తారు. ఇందుకోసమని ఇతర కళాకారులవలెనే వైజ్ఞానికుడు సైతం కఠినమైన ఆత్మసంయమంతో తర్కబద్ధంగా తన కృషిని కొనసాగించుతాడు. వైజ్ఞానికులు మనకు అందించే ప్రకృతి చిత్రం నియమబద్ధమై పూర్వాపర సమన్వయంతో కూడి ఉంటుంది. నిజానికి అన్ని సౌందర్యములకంటే భావ సౌందర్యమే మిక్కిలి శ్రేష్ఠమైనది. అనగా మనసు గల రసగ్రహణ శక్తినీ బుద్ధినీ, చక్కగా మేళవించి ప్రకృతి పోకడలను వివరించేదే విజ్ఞానమంటే. కనుకనే సమస్త కళాసృష్టికి మకుటాయమానమైనది విజ్ఞానం.

M. Kalpana 114
M. Kalapana

"వైజ్ఞానికుడు ప్రకృతియొక్క విద్యార్థి. అతడు ప్రకృతి నుండే స్ఫురణను పొందగలడు. గంభీరమైన ఆలోచనాశక్తిని సాధనగా చేసుకొని దాని తాలూకు చిత్రాలను అతడు తన మస్తిష్కంలో చిత్రిస్తాడు, లేదా సృష్టిస్తాడు. ఈ క్రియలో వైజ్ఞానికుడూ ఇతర కళాసాధకుల వలెనే, తానుగా ఏర్పరచుకొన్న తర్కం అనే నియమాలతో తనను బంధించుకుంటాడు. సహజ ప్రకృతికి ప్రతికృతులను గావించే ఈ కృషిలో మానవుని సౌందర్యాత్మక, బౌద్ధిక భావనల ఏకీకరణమే విజ్ఞానం. అందుకే విజ్ఞానం అత్యుత్తమమైన సృజనాత్మక కళారూపం" అని సి. వి. రామన్ అన్నారు.

పది సంవత్సరాలకు పూర్వం ఆలిండియా రేడియో మద్రాసు కేంద్రం నుండి ప్రసారితమైన ఒక జగత్ప్రసిద్ధ భౌతిక శాస్త్రవేత్త, నోబుల్ బహుమతి విజేత యొక్క విభిన్న విజ్ఞానశాస్త్ర అంశాలకు సంబంధించిన ఈ వ్యాసాలు, కల్పనా సరళికి అత్యుత్తమమైన ఉదాహరణలు. ఆయన అభివ్యక్తిలోని అద్వితీయమైన సారళ్యం, వక్తవ్యంలోని స్పష్టత, విజ్ఞానశాస్త్ర విద్యార్థినీ, సాధారణ పాఠకునీ సమంగానే అలరించగలవు. ప్రపంచంలోని వర్తమాన, వర్ధమాన వైజ్ఞానిక జన-సాహిత్య కృషికి రామన్ సమర్పించిన ఈ వ్యాఖ్యలు ప్రతిభావంతమైనవి, శాశ్వతమైనవి.

Check List

Book Number	PSLOIE 164	Date	22/11/22
Front Cover	yes	Back Cover	yes
Blank Pages	Ci, 1, 8, 4, 113		
Missing Pages	no		
Prepared By	Hema	Cutting By	Hema
Scanned By	Sivathi	Pages	117